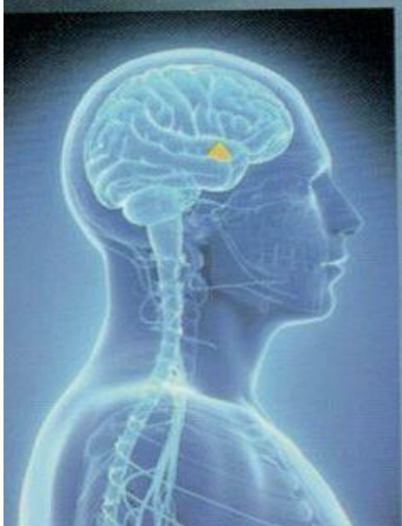




دليل الباحث

في العلوم البيولوجية الجزء الثاني

ا. د. منصور بن عطية الحازمي

ا. د. سيد محمد راوي عبدالله

مَركز النشر العلمي

جَامعَة الملك عبد العزيز

http://spe.kau.edu.sa

بسم الله الرحمن الرحيم

وَمَا مِن دَآبَّةٍ فِي الأَرْضِ وَلاَ طَائِرٍ يَطِيرُ بِجَنَاحَيْهِ إِلاَّ أُمَمٌ

أَمْثَالُكُم مَّا فَرَّطْنَا فِي الكِتَابِ مِن شَيْءٍ

ثُمَّ إِلَى رَبِّهِمْ يُحْشَرُونَ

(38)الأنعام

دليل الباحث في العلوم البيولوجية الجزء الثاني

الجهاز العصبي - التآزر الكيميائي - سلوك الحيوان

ا.د. منصور بن عطية الحازمي
ا.د. سيد محمد راوي عبدالله

كليـــــة العلـــوم - جامعة الملك عبد العزيـــــز

مركز النشر العلمي
جامعـــــة الملك عبـــــد العزيـــــــــز
ص ب:٨٠٢٠٠- جدة:٢١٥٨٩
المملكة العربية السعودية
http://spc.kau.edu.sa

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

الحازمي، منصور عطية

دليل الباحث في العلوم البيولوجية الجزاء الثاني (الجهاز العصبي – التآزر الكيميائي – سلوك الحيوان / منصور عطية الحازمي ؛ سيد محمد عبدالله – جدة، ١٤٣٨هـ

٢٤٤ ص ؛ ١٧x٢٤سم

ردمك: ٨ – ٨٥٢ – ٠٦ – ٩٩٦

١–علم الاحياء – ادلة　　　أ. عبدالله، سيد محمد (مؤلف مشارك)

ب. العنوان

ديوي ٥٧٤　　　٤٨٠٤ / ١٤٣٨

رقم الإيداع: ٤٨٠٤ / ١٤٣٨

ردمك: ٨ – ٨٥٢ – ٠٦ – ٩٩٦

مطابع جامعة الملك عبدالعزيز

تقــديــم

منذ قديم الأزل والكائنات الحية تشد اهتمام الأنسان، ولم لا، وهي التي تشاركه الموطن، ومنها يأتي النفع الذي ييسر سبل الحياة ومنها أيضا يأتي الضرر، فمنها المفترسات ومنها المتطفلات. لقد دعت كل هذه المتطلبات عبر حقب من التأريخ إلي السعي الجاد لفهم أنواع تلك الكائنات وكيفية الاستفادة منها، وتجنب الضرر الذي ينشأ من البعض الآخر. لقد أدت كل هذه الاهتمامات عبر حقب التأريخ إلى ظهور علم البيولوجي والذي عانى الكثير حتى تم الاعتراف به وإقراره كعلم مستقل مثل علوم الفيزياء، والكيمياء، والتي جرى الاعتراف بها مسبقا كعلوم مستقلة لها اهتماماتها، وذلك لاعتماد هذه العلوم علي البراهين والملاحظات التطبيقية. بعد الاعتراف بعلم البيولوجي كعلم مستقل تشعبت اهتماماته وكثرت أفرعه حتى أصبحت العلوم الأخرى مثل علوم الرياضيات والفيزياء والكيمياء تسعي للانتساب إلي علم البيولوجي مثل الرياضة البيولوجية، والإحصاء البيولوجي، والكيمياء الحيوية، والفيزياء الحيوية، وغير ذلك من الفروع العلمية الأخرى والتي تعتمد في مقوماتها الأساسية علي علم البيولوجي. ولم لا والهدف الأسمى لكل هذه العلوم هو خدمة الأنسان وتيسير سبل حياته. لقد دعت كل هذه الاهتمامات إلى انتشار علوم البيولوجي في شتي القطاعات كالمراكز البحثية، والمدارس، والجامعات، والمستشفيات، وأصبح من الضروري توفير العاملين بها وتأهيلهم بقدر كاف من المعرفة العلمية، والتي تمكنهم من أداء وظائفهم علي خير قيام. لقد دعت كل هذه المتطلبات منا إلي السعي الجاد لتوفير سلسلة من المَعارف في العلوم البيولوجية لتكون سندا وعونا للباحثين والدارسين للعلوم البيولوجية. وذلك لما لمسناه من حاجة شديدة لهؤلاء الباحثين إلى هذا النوع من المعرفة في بداية حياتهم العملية. ويشتمل هذا الكتاب الثاني من هذه السلسلة على إلقاء نظرة عامة علي تطور الإحساس في المملكة الحيوانية بدأ من الحيوانات الأولية وتعريجا على الحيوانات اللافقارية ووصولاً إلى الحيوانات الفقارية ثم أعقب ذلك جزء مستفيض عن تركيب الجهاز العصبي وأعضاء الحس في الإنسان. ولا يقتصر المرور على ذلك بل اشتمل الكتاب أيضا على المظاهر الحسية في النبات والمظاهر السلوكية في المملكة الحيوانية والعوامل المؤثرة عليها. كما امتد الكتاب أيضا ليلقي نظرة مستفيضة على الرسل العصبية والغدد وأنواعها وتأثيراتها وكيفية أدائها لوظائفها. والاختلالات التي تحدث في الجهاز العصبي وبما أن كلمة السلوك لا تشير بمعناها السطحي إلا إلى النشاط الحركي أو اللفظي الذي يبدو من الإنسان فإنه من الضروري دراسة التنظيمات الحيوية المسؤولة عن صدور هذا السلوك.

ويقع هذا الموضوع من ضمن اهتمامات علم النفس الفسيولوجي الذي يهتم بدراسة وظائف الأعضاء المسؤولة عن سلوك الإنسان كما أن هناك رابطة قوية بين الجانب السلوكي والنواحي الفسيولوجية، فجسم الحيوان يعمل داخليا على الاحتفاظ بحالة مستمرة من التوازن الحيوي ولذلك فأن السلوك ليس عملا فسيولوجيا ولذلك يبدو دائما عملا معقدا لا يمكن التنبؤ به إلا من خلال خبرات سابقة للعاملين والمنشغلين بعلم الحيوان. وحيث إن الكائن الحي مكون من خلايا وأنسجة متعددة الخصائص والوظائف فإنه بالتالي يحتاج إلى نظام عام يشرف على تكامل هذه الوظائف ونجاحها حتى تستمر بيئته الداخلية متوازنة وناجحة في أنشطتها الحيوية. لما تقدم نقدم هذا الكتاب والذي نهدف من خلاله إلى ان نلقي الضوء على بعض المعارف، والمتطلبات العلمية، التي يجب على الباحثين أو الدارسين للعلوم البيولوجية الإلمام بها. وقد اشتمل الكتاب على خمسة أبواب.

الباب الأول: ويشتمل على أربعة فصول تتعلق بالحركة في النبات – الهرمونات النباتية ودورها في الحركة الوسائل الدفاعية في النبات–النباتات مخلوقات ذكية

الباب الثاني: وفيه نلقي الضوء تطور الجهاز العصبي في المملكة الحيوانية ويشتمل على أربعة فصول اهتمت بإلقاء الضوء على بعض المظاهر الحسية في الأوليات–الإحساس في الحيوانات اللافقارية–الجهاز العصبي في الحيوانات الفقارية والجهاز العصبي في الإنسان.

الباب الثالث: وفيه نلقي الضوء على التآزر الكيميائي في كل من الحيوانات اللافقارية والحيوانات الفقارية. وقد اشتمل على ثلاثة فصول تشتمل على خصائص الهرمونات – جهاز الغدد في الحيوانات اللافقارية وجهاز الغدد الداخلية في الحيوانات الفقارية

الباب الرابع ويشتمل على ثلاثة فصول: المستقبلات الحسية–الرسل العصبية–اختلالات الجهاز العصبي.

الباب الخامس: وفيه نناقش أنواع السوك وبعض المظاهر السلوكية في المملكة الحيوانية ويشتمل علي أربعة فصول. علم السلوك والسلوك الفطري – سلوك التعلم (السلوك المكتسب) – لغة الحيوان والسلوك الاجتماعي.

وبهذا يصبح الإلمام المعرفي بالجهاز العصبي والإحساس وجهاز التآزر والسلوك جزءاً مهما للباحثين المهتمين بهذا الفرع من فروع العلوم حيث نقدم في هذا الكتاب مخزوناً معرفياً يمكن للطالب والباحث الرجوع إليه متي شاء.

المؤلفان

المحتويات الصفحة

قائمة الأشكال

الباب الأول

الإحساس في النبات

- الفصل الأول: الحركة في النبات
- الفصل الثاني: الهرمونات النباتية ودورها فى النمو والحركة
- الفصل الثالث: الوسائل الدفاعية في النبات
- الفصل الرابع: النباتات مخلوقات ذكية!!!

مقدمة

كَتَبَ عالِمِ الغذاء مايكل بولان مؤلف كتاب «معضلة آكلي النبات والحيوان» The Omnivore's Dilemma (الصادر عن دار بنجوين في عام ٢٠٠٦) وغيرهِ من الكتب مقالًا في مجلة «ذا نيو يوركر» في عام ٢٠١٣، متسائلًا عن سبب إثارة الجدل بين علماء النبات حول مصطلحات عدة، مثل الذكاء والذاكرة، والسلوك وقد تساءل العالم من خلال كتابه عن السبب الذي يسمح لعلماء الحيوان باستخدام مصطلحات مثل الذكاء والسلوك في عالم الحيوان والرفض التام أو الأعراض عن ذلك في الدراسات التي تتعلق بعالم النبات. لقد دفعت هذه التساؤلات إلى تحالَف بولان مع مجموعة صغيرة من الباحثين لاكتشافات ما يشير إلى وجود بعض التطابق في هذه الخصائص بين عالم الحيوان والنبات. هذا وقد توصلت المجموعة البحثية إلى نتائج علمية تؤكد على فكرة وجود الذكاء في عالم النبات ومن أبسط ما لوحظ في هذه الدراسة الذكاء البيئي للنباتات بما يعني قدرة النباتات العالية على التأقلم مع التغيرات البيئية وذلك عن طريق مجموعة من التفاعلات الكيميائية التي تحدث في خلاياها. فعلى سبيل المثال، فإذا ما نظرنا إلى الروائح الزهرية مثلا، لوجدنا أنها تحتوي على مركبات تجذب حيوانات التلقيح، وتطرد وتنفر الكائنات التي تتغذي على الزهور أو تعمل على إتلافها. ولذلك فالرحيق المتكون يتكون من مزيج من المواد الغذائية والسموم التي تسهم في تحسين سلوك الملقحات وإتمام تلك العملية علي خير. لقد دفعت هذه الاكتشافات وغيرها إلي تأليف ثلاثة كتب أخري من كبار الباحثين والمتخصصين بعلم النبات احتوت علي الكثير من الملاحظات والمعلومات عن عالم النبات، وهذه الكتب هي: كتاب «دفاع ورقة الشجر» Leaf Defense لإدوارد فارمر (Edward E Farmer) وهو من منشورات جامعة أكسفورد وكتاب «سلوك وذكاء النبات» (Plant Behavior and Intelligence) لأنتوني تريوافاس، (Anthony Trewavas) وكتاب «الاستشعار والاتصال في النبات» Plant Sensing and (Communication) لريتشارد كاربان(Richard Karban). ولقد أشارت تلك الكتب إلى أن للنباتات عالمها الخاص الذي تحكمه قوانين وتسيره مشاعر، فقد يعلن النبات الحب، وقد يعلن الحرب، وهو فوق ذلك يفرح ويخاف، ويضطرب ويحزن، وغير ذلك من السلوكيات الأخرى. وقد تبدو تلك الاستنتاجات وغيرها للعامة ضربا من الخيال، أما بالنسبة للعلماء والباحثين فالأمر غير ذلك، ولم لا وهو خلق من خلق الله أودع فيه أسراره ومكنه من وسائل الحفاظ على نوعه ومقاومة أعدائه فالنباتات مثلها مثل غيرها من المخلوقات الأخرى فالنباتات تحتاج للرعاية الدائمة، فهي تنمو بالحب والحنان وتأنس لوجود المخلوقات، وتحرص على استبقاء النوع واستمرار الجنس فلا يقبل عضو التأنيث في أية نبات إلا حبوب اللقاح التي من جنسه. وقد أشارت بعض المراجع ان للنباتات لغة تتخاطب بها بهدف إبعاد جذورها عن بعضها البعض حتى تتيح الفرصة للنباتات المجاورة لها أن تنمو دون أي نوع من الاحتكاك، والنبات مزاجي يتأثر بالمواد الكيميائية فالنبات المحقون بمادة الكافيين يظهر

نشاطا ملحوظا، أما النبات المحقون بالكحول فيتطوح مثل الشخص المخمور. كل هذا وغيره من السلوكيات الأخرى التي دفعتنا بقوة إلى إلقاء الضوء على بعض السلوكيات في النباتات وأسبابها.

إن كلمة سلوك بمعناها العام عند علماء النفس تتضمن كل نشاط يقوم به الكائن الحي. فالسلوك كما نفهمه ما هو إلا نتاج العلاقات الديناميكية الصادرة عن تفاعل الكائن الحي بميوله وحوافزه مع إمكانيات البيئة التي تؤثر بدورها في السلوك. ويستعمل مصطلح السلوك (Ethologic) (Behavior) عادة ليدلل على جميع الاستجابات للتغيرات البيئية. والذي يتنوع بنوع النبات ففي النباتات الراقية فالسلوك نوع من السلوك التكيفي أي تتحكم به الجينات الوراثية كما والتأثير الهرموني أو البيئي. ومن الظواهر السلوكية التي تلاحظ في النباتات ظاهرة الانتحاء والانجذاب اللمسي وعمليات فتح الثغور وغلقها وحركة تسلق السيقان، وحركة النوم والصحو واصطياد الحشرات من قبل النباتات آكلة الحشرات والتفاعل السلوكي مع التغير في الظروف البيئية كالجفاف وتغيير درجة الحرارة واشتداد الرياح وغير ذلك من العوامل الأخرى. أما بالنسبة للنباتات الدنيا فهناك الكثير من المظاهر السلوكية التي يمكن رصدها منها البعد عن مصدر الضوء والبحث عن الغذاء وتعدد وسائل التكاثر والاستجابة مع التغيرات البيئة مثل الجفاف. وبناء على كل ما تقدم يمكننا القول بان النباتات بأنواعها المختلفة تتمتع بقدرات متنوعة من الاستجابة للتأقلم مع العالم الخارجي وأن للبعض منها قدرات متنوعة من الحواس والشعور تضاهي حواسنا أو تتجاوزها. وسوف نستعرض فيما يلي بعض من هذه المظاهر السلوكية.

الفصل الأول

الحركة في النبات

مقدمة: إن حركة النبات من الناحية الخارجية كثيرا ما يهملها العلماء غير أن ما ظهر من تقنيات حديثة مكن المختصين من معرفة طريقة الحركة لبعض النباتات. ففي نبات الدخان والتي تبدو حركة الأوراق في ظاهرها كحركة أجنحة الطير حيث ترتفع تارة وتنخفض تارة أخري هذا عن حركة الأوراق أما السيقان فتتحرك حركة حلزونية منتظمة. هذا عن حركة النبات الظاهرة الخارجية أما عن الحركة الداخلية فهي من المتغيرات الهامة في تنفيذ النبات لبرنامجه اليومي وإحساسه بالليل والنهار وتأثره بالتغيرات في البيئة المجاورة وتغيراته الدفاعية الداخلية إذا تعرض لهجوم بكتيري أو فيروسي أو إذا أصابته حشرة أو وقع تحت وطأة الإجهاد البيئي من حر أو برد أو تعرض للملوحة أو الجفاف أو غير ذلك من المؤثرات الأخرى...... الخ. ومن أنواع الحركات التي تم تسجيلها في النباتات ما يأتي:

الحركة التلقائية: تتم هذه الحركة دون تأثير أو تدخل أي عامل بيئي خارجي. من أمثلة الحركات التلقائية حركة الأوراق في كل من نبات الفاصوليا والبرسيم والأكاشيا إذ يلاحظ أن النصل في أوراق هذه النباتات يتخذ وضعا مختلفا في الصباح عن الذي يكون عليه في المساء ومن الحركات التلقائية أيضاً التكرار اليومي لتفتح بتلات الأزهار في الصباح وانغلاقها في المساء.

الحركة التأثرية: وهي الحركة التي تتم بفعل مؤثر خارجي محدد. وللحركة التأثيرية عدة أنواع نذكر منها:

الحركة الحرة: تحدث هذه الحركة تبعا لتأثير عامل بيئي معين. من أمثلة الحركات التأثيرية الحرة مايحدث في بعض النباتات الدنيا مثل اليوجلينا والكلاميدوموناس والتي تسبح وتتحرك نحو مصدر الضوء الخافت وعندما تشتد الإضاءة تسبح بعيدا عن الضوء إلى الأعماق.

الحركات الإنتحائية: وهي الحركة التي تحدث فى النباتات العليا نتيجة لتأثير الضوء أو الرطوبة أو الجاذبية أو غير ذلك من المؤثرات الأخرى. وتشتمل هذه الحركة على جميع أجزاء النبات كالأوراق والجذور والسيقان كل حسب المؤثر الذي يؤثر عليه وطريقة استجابته إن كانت سلبية أم إيجابية ومن الحركات الإنتحائية حركة الأوراق الحديثة في النبات أثناء النمو وحركة حراشيف البراعم وحركة بتلات الأزهار، وحركات الأوراق والجذور والسيقان أي أن الحركة الإنتحائية تشمل كل أجزاء النبات وإن كانت تحدث بطريقة مختلفة ودرجات متفاوتة بناء على شدة المؤثر وعضو الاستجابة. وبناء على ما تقدم يمكن تقسيم الحركات الإنتحائية في النبات إلى عدة أنواع منها:

الانتحاء الأرضي: حيث تنمو الجذور الأولية في اتجاه تأثير الجاذبية الأرضية وتنمو السيقان في اتجاه معاكس للجاذبية الأرضية

الانتحاء المائي: وهو انتحاء قمم الجذور النامية إلي الأماكن ذات المحتوي المائي العالي فتظهر الجذور على أنها باحثة عن الماء.

انتحاء الجاذبية: وفيه تنتحي جذور النبات انتحاء إيجابي في التربة وتنتحي السوق والأوراق انتحاء سلبيا حيث تنمو بعيدا عن التربة. من العوامل التي تدفع النباتات للحركة الإنتحائية نمو أحد الأسطح أسرع من الأخر إذ يدفع هذا النمو إلى انحناء أو انثناء جزء النبات الذي حدث له ذلك مما يجعله ينثني. ولذلك يمكن القول إن الحركة الإنتحائية تؤدي إلى حدوث زيادة في النمو ما يزيد من حجم النبات وتؤدي إلي تفتح البراعم ونمو القمم وغير ذلك من التغيرات الأخرى. غالبا ما يرجع العلماء أسباب الانتحاء إلي زيادة أو نقص أو توزيع الهرمونات النباتية أو ما يطلق عليه الأكسينات. فى الأنسجة المتأثرة.

الانتحاء الضوئي: الانتحاء الضوئي حركة نباتية تنتج عند التعرض للإضاءة غير المتساوية على جانبي العضو النباتي. عادة ما تنحني السوق باتجاه الضوء الأقوى كما أن الأوراق تتخذ وضعاً معيناً بالنسبة لمصدر الضوء ما يؤدي ذلك إلي حدوث اختلاف في معدلات الاستطالة بين الخلايا المواجهة للضوء والخلايا البعيدة عنه. هذا وقد أشارت كثير من التجارب إلى أن السبب الرئيس لهذا السلوك يعود لتركيز الأوكسنات والتي تتجمع بكمية كبيرة في الأجزاء البعيدة عن الضوء وتقل في الأجزاء المواجهة للضوء وقد أرجعت التفسيرات ذلك إلى أن مواجهة الضوء تؤثر سلباً على تركيز الأكسين إذ تؤدى إلى أكسدته وهناك رأي آخر يرى أن للضوء تأثيراً على هجرة الأكسين من الجانب المعرض للضوء إلى الجانب المظلم. عندما يتجمع الأكسين في الجهة المظلمة أو المعتمة يؤدي ذلك إلى استطالة خلاياها وانثنائها أو انحنائها إلى الطرف أو الناحية الأخرى أي إلى الناحية المواجهة للضوء. وقد أثبتت القياسات الفوتوغرافية اختلاف التأثير بالطول الموجي فليست لجميع الأطوال الموجية للطيف المرئي قدرات متساوية في التأثير في إحداث الانتحاء الضوئي فالموجات الأقصر طولا مثل الزرقاء والبنفسجية هي الأكبر تأثيراً عن الموجات الطولية لألوان الطيف الأحمر والبرتقالي والأخضر (شكل ١).

الانتحاء اللمسي: يقصد بالإنتحاء اللمسي استجابة النبات لملامسة جسم صلب ومن أمثلة ذلك ما يلاحظ من نمو المحاليق في بعض النباتات كالعنب والبازلاء وتشبثها بالدعامات القريبة الصلبة والتفافها حولها مما يؤدي إلى ارتفاع النبات من على سطح الأرض وزيادة فرصة تعرضها للضوء تحقيقا للبناء الضوئي. وهناك اعتقاد بأن لهرموني الأكسين والأيثيلين دوراً مهما في هذه الاستجابة. والمحاليق أعضاء رفيعة أسطوانية تمثل سوقا ووريقات متحورة تنشأ وتستطيل وتنثني مسببة تعلق النبات على الدعامات أو أية جسم ثابت. بعد نشأة المحلاق

تنثني القمة الحديثة نتيجة اختلاف معدلات النمو في الجانب الملامس للجسم الصلب عن الجزء المقابل والذي ينمو بمعدل أعلي مما يؤدي إلى التفاف المحلاق حول الدعامة. بعد الالتفاف يبدأ في المحلاق تغليظ الجدر وثبات شكل الخلايا وتَكون الجدر الثانوية مما يؤدي إلى تحول المحلاق إلى جسم دعامي متين. تسلك محاليق النباتات المتسلقة سلوكا غريبا يؤكد إحساس النبات بما حوله وتأثره بعوامل البيئة، فقد وجد أن النباتات المتسلقة التي تحتاج إلى دعامات تتسلق عليها تزحف نحو أقرب دعامة، وإذا ما تم تغيير موضع هذه الدعامة يغير النبات المتسلق اتجاه حركته خلال ساعات قليلة قاصدا الوضع الجديد للدعامة (شكل ٢).

حركة الانحناء وفتح وغلق الأزهار:

تقوم أوراق بعض النباتات وخاصة النباتات التي تعيش في المناطق المطيرة بسلوك يساعدها على عدم السقوط عند نزول المطر. في هذا الجو القاري تبدأ أوراق هذه النباتات بالانحناء في نفس اتجاه سقوط المطر مما يقلل من مساحة سطح النبات المعرض لقوة المطر وبذلك يتجنب النبات خطر السقوط وعدم التأثر بشدة كمية المطر. أما في المناطق الجافة فلا توجد هذه الظاهرة ولكن يلاحظ ما يعرف بالحركات التأثيرية في الأزهار حيث تغلق الأزهار وتتفتح بتأثير العوامل البيئية مثل الحرارة والضوء. ومن أمثلة ذلك ما يلاحظ في أزهار. نبات *Oxalis* ونباب الأسد *Dandelion* والتي تغلق أزهارها عند انخفاض شدة الضوء عند وجود الغيوم أو حالة غروب الشمس أو إذا وضعت في الظل وتفعل عكس ذلك تماماً عند توافر الضوء الظل، وهذا السلوك تقوم به الأزهار كي تحافظ على نفسها. أما في نبات الدخان فيلاحظ سلوك معاكس تماما حيث تغلق الأزهار بتلاتها إذا تعرضت لضوء قوي وتتفتح البتلات في الضوء الضعيف وهذا سلوك تأقلمي لظروف البيئة (شكل٣). ومن الجدير بالذكر الإشارة إلي ان بعض الأزهار تسلك سلوكا مختلفا في إنتاج حبوب اللقاح وإفراز الرحيق، وأن هذا السلوك يختلف من زهرة لأخرى. وقد يختلف السلوك في النوع الواحد ومن فصل لآخر، بل ومن ساعة لأخرى. ففي نبات الحنطة السوداء مثلا وجد أن أزهار النبات تفرز الرحيق بكمية كبيرة في ساعات محددة من النهار وهي الساعة التي يزور فيها النحل تلك الأزهار، أما في الساعات الأخرى فيتوقف إفراز الرحيق أو يقل بدرجة كبيرة (شكل ٤).

حركة النمو والتطور والتشكل:

تنشأ حركة النمو نتيجة لزيادة حجم خلايا النبات وزيادة أعدادها ولذلك يعرف النمو على أنه الزيادة فى أعداد وأوزان أو أحجام الخلايا والأعضاء نتيجة انقسام واستطالة الخلايا. أما التشكل (differentiation) فهو التميز الذي يؤدى إلى تغير شكل ووظيفة الخلايا داخل الأنسجة والأعضاء لتكوين تراكيب متميزة فى الوظيفة وهو ليس نموا ولكنه ملازم له ومن أكثر صور النمو وضوحا انتقال النبات من الحالة الخضرية إلى حالة الأزهار أو تطور الورقة من الحالة التي تكون عليها في البرعم إلى حالة تحولها إلى الورقة الكاملة الناضجة.

ورغم إننا نلاحظ أن النمو والتميز عادة يكونان متلازمين ألا انه فى بعض الحالات يحدث النمو دون حدوث تميز لخلايا أو أعضاء كما يحدث فى نمو نسيج الكلس أو سيج الجروح وسوف نشير فيما يلي إلي اهم الأساسيات التي تحدث أثناء عملية النمو (شكل ٥).

مكان النمو The localization of growth

يعتمد النمو علي مقدرة الخلايا والأعضاء على الحصول على المواد البسيطة من ماء وأملاح وثاني أكسيد الكربون من البيئة المحيطة بها واستخدامها فى تكوين مركبات مختلفة ومعقدة تشكل مكونات الخلايا وتدفع الخلايا للنمو المستمر وإضافة المواد التي تحتاجها الخلايا الجديدة التي تنشأ من الانقسام مع الأخذ فى الاعتبار انه ليست كل خلايا أعضاء النبات تستمر فى النمو والانقسام ولكن تتحول الخلايا القابلة للانقسام والاستطالة إلى خلايا بالغة تحاط بالخلايا ذات الجدر السميكة والخلايا الميكانيكية والأوعية الناقلة الغير حية، وتبقى الخلايا القابلة للانقسام والاستطالة فى مناطق النمو المرستيمية وفى الأنسجة الجنينية مع ملاحظة أنه سوف يظل للخلايا البالغة القدرة على استعادة قدرتها للانقسام والاستطالة أى العودة للحالة المرستيمية وذلك تحت ظروف معينة. يحدث النمو من انقسام واستطالة الخلايا فى العديد من المناطق المرستيمية المختلفة مثل المرستيمات القمية والتي توجد بقمم السيقان والأفرع، وقمم الجذور وهي المتسببة فى النمو الطولي للنبات (apical meristems)، والمرستيمات البينية وهي المسببة للزيادة فى القطر أو السُمك أو الزيادة فى حجم الورقة وسمكها، والميرستيمات الجانبية (lateral meristems) وهي المسؤولة عن نمو الأجزاء الخضرية الجانبية والأزهار والثمار والبراعم الإبطية. يتم النمو فى المرستيمات على ثلاث مراحل تعرف بمراحل النمو وهي:

مرحلة الانقسام الخلوي Cell division:

تنمو النباتات وتزداد رأسيا تبعا لعملية الانقسام التي تحدث فى القمم الطرفية المرستيمية للنباتات عن طريق الانقسام الميتوزى وكذلك فى الخلايا الإنشائية فى الكمبيوم بسيقان النباتات ثنائية الفلقة. فى الخلايا الإنشائية فى الأوراق الحديثة تنقسم الخلايا فى القمم النامية وتحدث الاستطالة على بعد عدة ملليمترات أسفل منطقة القمة النامية وتعرف المنطقة أسفل منطقة الانقسام أو منطقة القمة بمنطقة الاستطالة أما الأعضاء المحددة النمو مثل الأوراق والثمار فيكون فيها الانقسام والاستطالة كعمليتين منفصلتين تبدأ بالانقسام والذي يؤدي إلى الزيادة العددية في الخلايا.

مرحلة الزيادة فى حجم الخلية Cell enlargement:

يعقب عملية الانقسام والزيادة العددية عملية الاستطالة الخلوية حيث يزداد حجم الخلية زيادة غير رجعية نتيجة الضغط الأسموزي وضغط الامتلاء المرتفع وقلة الضغط الجداري وزيادة المحتوي العصيرى، والمكونات

العضوية وتكوين الفجوات العصارية. كل هذه المتغيرات وغيرها تؤدي إلي زيادة حجم الخلايا بمعدل قد يتراوح من ٣٠– ١٥٠ مرة من حجم الخلايا الإنشائية. في هذه المرحلة تزداد قدرة الخلايا على امتصاص الماء والمواد الغذائية وتزاد معدلاتها الأيضية وتظهر الفجوات العصارية وتزداد فاعلية قوة الامتصاص الأسموزي من الماء مما يتسبب فى تمدد الخلية حتى يتساوى ضغط الامتلاء مع الضغط الأسموزي للخلية ويتكون الجديد من البروتوبلازم لذلك فالمحصلة الكُلية هي زيادة المادة الجافة .ويلزم عمليات تكوين الجديد من البروتوبلازم زيادة العمليات المنتجة للطاقة وإنتاج البروتينات ولذلك فعمليات النمو تتطلب ظروف هوائية ومواد أساسية للبناء فضلا على توافر الهرمونات النباتية التي تؤثر فى عمليات الانقسام والاستطالة (شكل ٦).

مرحلة التميز الخلوي cellular differentiation

تبدأ تلك المرحلة بتغيرات تشريحية وفسيولوجية في خلايا النبات ومن الملاحظ أن الخلايا البرانشيمية التي تنتشر تلك الخلايا فى القشرة والنخاع والأشعة النخاعية هي أقل أنواع الخلايا النباتية تميزا حيث لا تختلف في الشكل كثيرا عن الخلايا الإنشائية سوى في زيادة الحجم ودرجة نمو فجواتها ولا تتكون فيها الجدر الثانوية عادة بل تظل ذات جدر رقيقة، أما الخلايا التي تتحول إلى عناصر وعائية كالأنابيب الغُربالية والأوعية الخشبية والألياف فتتعرض إلى تغيرات شديدة إذ يزداد أحجامها وتترسب على جدرها جدر ثانوية تتخذ أشكالا مختلفة وتترسب مادة اللجنين بين المواد الجدارية الثانوية وتختفى الأنوية فى الأنابيب الغربالية فى حين تظل النواة فى الخلية المرافقة.

حركات الامتلاء :

حركة الامتلاء هي الحركة التي تنتج عند امتلاء الخلايا بالماء أو إفراغها. عادة ما تكون الأعضاء المتأثرة بالحركات الأمتلائية خلايا ذات جدر رقيقة. من أمثلة حركات الامتلاء حركات فتح وغلق الثغور وحركات الأوراق عند الذبول أو الشفاء منه. عادة ما تؤدي حركات الامتلاء إلى التفاف الأوراق وذلك لوجود خلايا كبيرة فى الحجم تسمى الخلايا البالونية توجد على السطح العلوي للورقة عند قاعدتي أخدودين فى محاذاة العروق الوسطى. وفي نبات الست المستحية وهو جنس من النباتات يتبع الفصيلة القرنية ويضم حوالي ٤٠٠ نوع، تنمو في المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية تنطبق الأوراق وتنكمش على بعضها إذا لمّست، وإذا طال اللمس فإن الغصن بكامله ينكمش ويذبل ويتدلى إلى أسفل وهنا تبدو أشبه بمخلوق خجول ومن ذلك اشتق الإسم. وبعد زوال المؤثر يعود كل شيء إلى حاله. أما عن أسباب الانكماش وتدلي الأوراق فتعود إلى التغير في ضغط الامتلاء داخل الخلايا الحركية في الانتفاخات الموجودة عند قاعدة الورقة.

الحركة عند اللمس: تتأثر النباتات باللمس، وتختلف درجة الحساسية تبعا لنوع النبات، فقد تكون الحساسية عالية في بعض أجزاء النبات مثل الأوراق أو الزهور وضعيفة في البعض الأخر مثل السوق والجذور. هذا

وتبدو الحركة عند اللمس سريعة في بعض النباتات مثل النباتات صائدة الحشرات كما أنها تلاحظ وبدرجة أقل في بعض النباتات الأخرى ومثال ذلك ما يحدث من تغيرات علي الشكل الظاهري للنبات عند ملامسة قطرات المطر واشتداد الرياح ولذلك نلاحظ عدم تماثل جانبي معظم الأشجار في النمو ويعود ذلك لتعرض أحد جوانب النبات لدرجات متفاوتة للهواء أو الماء حيث يدفع هذا التلامس إلي حدوث تغيرات في شكل النبات ولا تبدو جميع أجزائه متساوية أو متماثلة في الشكل والحجم حيث يدفع استمرار التلامس إلى تمدد الساق وتضخم نصف قطره ويصبح أكثر صلابة فى الجزء المعرض للمس. كما أثبتت بعض الدراسات الحديثة إلى أن التلامس ذو تأثير داخلي على توزيع الأيونات في أجزاء النبات مما يؤدي إلى تغيير في سيولة ونفاذية الغشاء وتتدفق أيونات داخل وخارج الخلايا وبذلك تزداد مستويات أيونات الكالسيوم داخل الخلايا مما يؤدي إلى انبعاث موجات كهربية عبر الغشاء الخلوي على غرار ما يحدث فى الخلايا العصبية. ومما يؤكد على صحة هذا الاستنتاج ما توصل اليه العلماء من حدوث هذه التغيرات عند تعرض النبات للرياح أو البرد أو الإجهاد البيئي أو الإصابة المرضية أو الحشرية.

أهمية حركة التلامس للنباتات اللاحمة أو النباتات آكلة اللحوم:

النباتات اللاحمة هي النباتات التي تستمد بعض أو أغلب عناصرها الغذائية من هضم الحيوانات الصغيرة مثل الحشرات والمفصليات والثدييات الصغيرة مثل الجرذان. أما عن أسباب هذا السلوك الغذائي لهذه النباتات فإنما يعود هذا لطبيعة الأماكن والتربة التي تنمو فيها والتي غالبا ما تكون أماكن فقيرة في محتواها الغذائي لبعض العناصر الغذائية وخاصة النيتروجين ومن أمثلة ذلك المستنقعات الحمضيه والصخور. تشتمل هذه المجموعة من النباتات على ما يقارب من ٦٢٥ نوعا من النباتات يطلق عليها النباتات المفترسة أو النباتات اللاحمة والتي تتميز بقدرتها على نصب فخاخ أو عمل شراك خداعية تصطاد بها الفرائس من الحيوانات الصغيرة الحجم كالحشرات، حيث تمسك بها عن طرق الشرك ثم تصب عليها أنزيماتها الهاضمة وبذلك تحول الفريسة إلى مواد بسيطة يسهل امتصاصها. ومن الجدير بالذكر الإشارة إلى ان النباتات المفترسة أو النباتات آكلة الحشرات هي كغيرها من النباتات الأخرى تنتج غذاءها ذاتياً عن طريق تحويل الطاقة الضوئية والعناصر الغذائية إلى طاقه كيماويه ولكن بالإضافة إلى ذلك فلهذه النباتات أعضاء متحورة تمكنها من اقتناص الحشرات والحيوانات الصغيرة ومن ثم افتراسها لتكون مصدراً إضافياً للتغذية والاحتياج النيتروجيني (شكل ٧).

حركات التميؤ:

وهي الحركة التي تحدث فى الأنسجة الغير حية من النبات نتيجة تميؤ أو جفاف جدر الخلية وهي التي تسبب انشقاق القرنيات وتفتح الثمار العلبية والحركات السريعة للحوافظ الجرثومية الناضجة فى السراخس[١-٣].



شكل (١): الانتحاء الأرضي



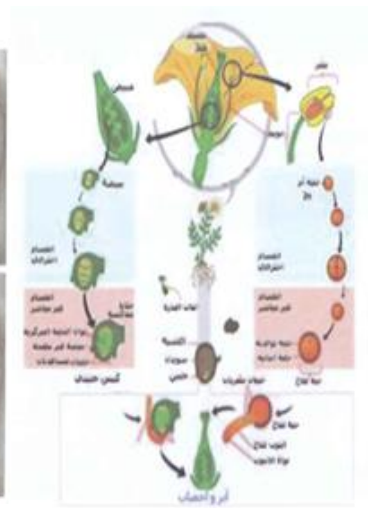
شكل (٢): الانتحاء اللمسي



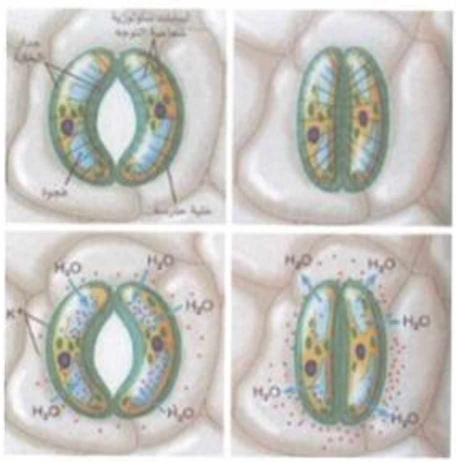
شكل (الانحناء وتفتح الأزهار



شكل (٤): زهور نبات الحنطة



شكل (٥): حركة النمو وتكوين الأمشاج



شكل (٦): حركة الامتلاء في النبات



شكل (٧): النباتات أكلة اللحوم

الفصل الثاني

الهرمونات النباتية ودورها فى النمو والحركة

مقدمة: من الجدير بالذكر الإشارة إلى أن الحركات النباتية المشار اليها سابقا وغيرها من الحركات الأخرى يحكمها العديد من القواعد والتغيرات الكيميائية الداخلية ومن أهم ما أشير إليه في ذلك التغير في مستويات الهرمونات النباتية ونظرا لأهمية ذلك في حياة النبات آثرنا أن نشير إلى أنواع الهرمونات النباتية وبعض وظائفها ودورها في حركة النبات. لقد فسر العلماء بعض أنماط الحركة النباتية مثل استطالة الخلايا أثناء النمو لنقص الضغط الجداري وارتخاء الجدار الخلوي وتغير تكوين الجدار أو تقطع وانفصال مكونات الجدار الخلوي مع إعادة تكوين روابط جديدة علي أساس التغير في مستويات الهرمونات النباتية. ويعتبر مصطلح الهرمونات النباتية من المستصلحات الجديدة التي أدخلت علي علم النبات وقد أستخدم هذا المصطلح أولاً فى فسيولوجيا الحيوان ثم تم استخدامه مجازاً فى مجال فسيولوجيا النبات تحت أسم Phytohormones أو الهرمونات النباتية. يمكن تقسيم الهرمونات النباتية إلى مجموعتين رئيسيتين:

اولا: منظمات النمو Promotive plant hormones:

تشتمل منظمات النمو علي الأكسينات والجبرلينات والسيتوكينينات والتي تؤدي أدوراً كبيرة في الحركة والنمو حيث تساعد علي تكوين الجذور والأزهار وتخليقهما، تحوير أو تغير جنس النبات، تنظيم كمية الأزهار والثمار في النبات ،التحكم فى حجم النبات والعضو النباتي، التحكم فى عقد الثمار وتلونها وإنضاجها وتساقطها، تنظيم التركيب الكيماوي للنبات وتقليل الفقد فى المحتوى المائى، استطالة الخلايا وزيادة مرونة الجدر الخلوية، حدوث عملية السيادة القمية أو إيقافها، التحكم فى الأنتحاءات المختلفة للنبات، انقسام الخلايا وزيادة الإسراع فى النمو الخضري، زيادة مقاومة النبات وتحمله للعوامل البيئية المختلفة، زيادة مقاومة النبات للآفات الضارة.

هرمون الاوكسين: يقوم هرمون الاوكسين بدور فعال في استطالة الخلايا إذ اقترح العلماء أن للاوكسين دوراً فى فك الروابط الهيدروجينية غير التساهمية بين بوليمرات الزيلوجلوكونات وألياف السلولوز الدقيقة مما يسمح بتسلل الزيلوجلوكونات إلى السلولوز التي تؤدي إلى حدوث انبساط غير عكسي فى جدار الخلية، خاصة عند انخفاض pH، وذلك من خلال فعل أنزيمي ليس معروف على وجه الدقة. وهذا بالطبع يشجع زيادة مرونة أو ارتخاء أو زيادة مطاطية جدر الخلية. يؤدى هذا الارتخاء إلى نقص مقاومة الضغط الداخلي على الأغشية الخلوية مع نقص فى ضغط الامتلاء وعلية فالجهد المائي للعصير الخلوي يصبح أكثر سالبيه عنه فى الخلايا المجاورة فينتشر الماء ناحية منحدر التدرج فتزداد الخلية فى الحجم. وقد أشارت دراسات عديدة أن الاستطالة الخلوية لا تحدث ألا فى وجود تركيزات منخفضة من الاوكسين فالتركيز المرتفع يعمل على تثبيط النمو كما

وجد أن الاوكسين اللازم لنمو ونشاط الأعضاء الهوائية للنبات لا يصلح لنمو وتنشيط المجموع الجذري كما أن التركيزات المثلى من الاوكسين اللازمة لنمو المجموع الخضري تكون مرتفعة عن التركيزات المثلى لنمو المجموع الجذري لنفس النبات (شكل ٨).

الجبرلين: ثبت عمليا أن للجبرلين دورا فى تخليق وتنشيط أنزيم الألفا أميليز (amylase) الذي يعمل على تحويل النشا إلى سكريات مختزلة وبذلك يؤدى إلى زيادة تركيزها فى العصير الخلوي ومن ثم رفع الضغط الأسموزي للخلايا النباتية مما يعمل على دخول الماء والمواد الغذائية إلى الخلايا مما يؤدى إلى انتفاخها وكبر حجمها واستطالتها. أما عن دور الجبرلين في النمو الخضري فنجد أن له دوراً فى نمو الجذير لأسفل والريشة لأعلي. عند الإنبات يعمل الجبرلين على زيادة الأنزيمات المحللة للمواد الغذائية فى أندوسبرم البذرة ويؤدى زيادة تركيزه فى السويقة الجنينية العليا إلى سرعة انقسامها وحمل الريشة والقيام بالإنبات الأرضي والعكس صحيح بالنسبة للإنبات الهوائي فنجد أن التركيز العالي للجبرلين فى السويقة الجنينية السفلى أعلي منه فى العليا مما يعمل على سرعة انقسامها فتأخذ السويقة الجنينية العليا والفلقات الريشة والصعود بها إلى أعلى سطح التربة والقيام بالإنبات (شكل ٩).

السيتوكينين: لم تثبت الأبحاث أن للستوكينين دوراً فى استطالة الخلايا لكن ينحسر دوره فى تشجيع الخلايا على الانقسام من خلال تنشيطه لعمليات الامتصاص والانتقال للعناصر المعدنية وعصارة الأوعية الناقلة خاصة اللحائية وزيادة معدل أنتاج الأحماض النووية وتكوين البروتينات مما يوفر المواد التي تحتاجها الخلية للانقسام (شكل ١٠).

مثبطات النمو Inhibitor plant hormones:

ظلت الطبيعة الكيمائية لمثبطات النمو الطبيعية لفترة طويلة غير واضحة لكن في منتصف الأربعينات تمكن العلماء من عزل حمض السيناميك والتعرف على آثاره الفعالة في تثبيط نمو النبات ثم أعقب ذلك فصل اللأكتونات مثل الكومارين والتعرف أيضا على خصائصها في تسبب تثبيط النمو. وقد أشار بعض العلماء عام ١٩٦٨ إلى أن السبب في تقزم نباتات البازلاء أنما يرجع إلى زيادة محتواها من مادة الكومارين حيث لوحظ زيادة تركيز المركب في سوق البازلاء الطويلة ونقصه في السوق المتقزمة. ويعتقد كثير من الباحثين أن الأصل الكيميائي للمواد المثبطة للنمو حمض الميفالونيك (Mevalonic acid). لقد فسر العلماء التضاد بين تأثير المثبطات والمنشطات على أساس أن المواد المثبطة تنشط بعض الأنزيمات الهادمة للمواد المنشطة للنمو مثل الأكيسين والمواد الفينولية وحمض السالسيليك. وقد لوحظ أن للكثير من المستخلصات النباتية لمثبطات النمو تأثير مغاير يعتمد على التركيز حيث تؤدي التأثيرات المرتفعة إلى تثبيط النمو أما التركيزات المنخفضة فتؤدي إلى إحداث تأثيرات مساعدة لتأثير الأكيسين.

التأثيرات الحيوية لمثبطات النمو:

من أهم التأثيرات الحيوية للمثبطات النباتية المساعدة في سكون البراعم والبذور وتساقط الأوراق والأزهار والثمار، والتأثير على قمة التنفس في الثمار، وتكوين الجذور على العقل. كما أنها تعمل كمضادات تمنع الإصابة بأنواع معينة من الأمراض الفطرية والفيروسية والبكتيرية، كما تعمل على توقف نمو الجذور في فصل الشتاء وإعاقة تحول النشا إلى سكر، ومنع اختفاء الهستونات من على جزيئات الدنا مما يؤدي إلى منع أنتاج أنزيمات خاصة بعمليات حيوية مختلفة.

الأنواع والتأثير:

تشتمل مثبطات النمو الطبيعية على العديد من الهرمونات منها:

الأثيلين ($CH_٢ = CH_٢$): يتكون الأثيلين في الثمار الناضجة عموماً أو التي في طور النضج. ويعتقد أن مصدره الأساسي في النبات الحمض الأميني الميثونين(methonine) والحمض الأميني الألأنين -ß alanine acid وحمض البروبنيك (propionic acid) وذلك بتأثير وفاعلية العديد من الأنزيمات. يعمل الإيثيلين على نضج الثمار، ويُسهم في انفصال الغلاف الخارجي (القشرة) لبعض ثمار الجوزيات مثل الجوز واللوز وغيرها، ويُسبب ذبول الأزهار وتساقط أوراق الورود والعنب وغيرها، ويعجّل في فقدان الكلوروفيل الورقي والوان الأزهار وفي سقوط بتلاتها في الأشجار المثمرة، ويثبط نمو براعم البصل والبطاطا، ويشجع تكوين الجذور، ويحد من النمو الخضري في العنب حينما يستعمل بتركيز مرتفع.

حمض الأبسيسيك (Abscises acid): يتركز ABA بكميات كبيرة في براعم الأشجار المثمرة، والبذور الساكنة في الثمار، وفي الأوراق الهرمة. يُعدّ هذا الحمض شبيهاً في تركيبه لتركيب فيتامين (A)، وهو من المركبات الكاروتينية التي تدخل في تركيب الكلوروفيل (chlorophyll) في الأوراق. تبين حديثاً أن حمض الميفالونيك mevalonic acid هو المركب الأساسي لتخليق الحمض خلال العديد من التحولات الكيميائية حيث يتحول إلى violazantin ثم إلى xanthoxene ثم إلى حمض الأبسيسيك بوجود الأنزيمات والضوء. ينتقل هذا الحمض من مراكز تكونه إلى قمم الجذور والسوق عبر الأوعية الغربالية حيث يعمل على تثبيط عمل الأنزيمات التي تساعد على النمو مما يؤدي إلى توقف النمو النباتي (شكل ١١).

دور الهرمونات النباتية فى مقاومة المسببات المرضية:

مما سبق يتضح جليا تنوع الوسائل الدفاعية والتي يرجعها العلماء إلى أسباب عديدة ومؤثرات متنوعة ومن أهمها الهرمونات النباتية وقد أشارت كثير من المراجع إلى أهمية هذه المركبات في حث النبات على تكوين الوسيلة أو الطريقة الدفاعية وسوف نشير فيما يلي إلى بعض من هذه الهرمونات والأدوار التي تؤديها ومدى التداخل بينها وتأثير هذا التداخل على سلوك النبات.

أولا: التداخل بين الهرمونات النباتية Interaction between plant hormones

بالملاحظات الدقيقة والتجارب العلمية أمكن تحديد وجود أربعة أنواع من التداخلات الهرمونية كما أمكن كذلك التعرف على التأثير العام على النبات التي تحدث نتيجة لذلك وأثر تلك التداخلات على بشكل عام على عملية تنظيم النمو داخل النبات وبيان هذه التداخلات كالتالي:

تأثير نسبة تواجد هرمون بالنسبة للآخر:

تلعب تركيزات الهرمونات بالنسبة لبعضها البعض في الخلية دورا كبيرا فلبعض الهرمونات فعل متعارض مع البعض الأخر وغالبا ما تحدد هذه النسبة نوعية التغيرات التي تحدث في النبات ومن أمثلة ذلك يؤدي انخفاض نسبة السيتوكينينات إلى الأكيسينات إلى تكاثر الجذور وتكونها كما تؤدي الزيادة في نسبة السيتوكينينات إلى الأوكسينات إلى نضج البراعم. ومن أمثلة ذلك أيضا تأثير كل من هرموني الأكسين والأثيلين فوجود الأكيسين بكمية كبيرة مقارنة بالإيثلين يثبط ويقلل عملية سقوط الأوراق ويؤخر ظهور أعراض الشيخوخة على النبات وعلى العكس نجد فعل الأثيلين مثبط للنمو والوصول إلى النضج.

تأثير الهرمون على تخليق هرمون أخر

دلت الأبحاث على أن تركيز الهرمونات في الخلية تؤثر على المعدلات الأيضية لبعضها البعض أو بمعني أخر يمكن لهرمون ما أن يغير من تركيز هرمون أخر وذلك عن طريق تغير معدلات البناء الحيوي لهذا الهرمون. ومن أمثلة ذلك ما يلاحظ في النباتات عند المستويات العالية من الأكيسين إذ تحفز هذه الزيادة النشاط الحيوي للخلية النباتية لإنتاج الأثيلين كما تعمل النسبة العالية للأثيلين على المحافظة علي زيادة نسبة الأكيسين في الخلية عن طريق تثبيط أو خفض معدلات نقلة من الخلية أو تخفيض معدلات تكسره. وعلى الوجه الأخر يقوم الجبريلين بدور معاكس حيث تشجع من حركته وخفض تركيزه داخل الخلية عن طريق زيادة معدلات تكسره.

تأثير الهرمونات على التتابع التنظيمي داخل الخلية

تتأثر العمليات الحيوية التي تحدث في الخلية بنشاط الهرمونات النباتية وتركيزها والتي تحدث تأثيرها في الخلية بطريقة تنظيمية متتابعة ومن أمثلة ذلك ما يحدث عند نمو غمد بادرة الشوفان حيث أن أنسجة الغمد تدخل فى عدة أطوار تنشيطية هرمونية تبدأ بالجبرللين ثم السيتوكينين وأخيراً الأكيسين.

ثانيا: تأثير إضافة الهرمونات على مستوي الهرمونات الداخلية

تعتبر هذه الجزئية من المعلومات الهامة في الزراعة وذلك لما تطلبه هذه الناحية التطبيقية من لجوء الزراع إلى إضافة الهرمونات خارجياً للنبات دون النظر لفعل هذا الهرمون المضاف على مستوى الهرمونات الداخلية

خاصة وأن الهرمونات المخلقة صناعياً المضافة تختلف إلى حد ما في طريقة التأثير ويمكن إيضاح أثر هذه الإضافات على مستويات الهرمونات الداخلية للنبات فيما يأتي:

تأثير إضافة الهرمونات على مستوى الأكيسين الداخلي

بصفة عامة تؤدي إضافة حمض الأبسيسك إلى تثبيط فعل الأكيسين اما عن طريق تثبيط إنتاجه حيوياً أو زيادة معدل تكسره فى الأنسجة النباتية .كما تؤدي إضافة السيتوكينين إلى حدوث تأثير معاكس لتأثير الأبسيسك حيث تؤدي أضافته إلى زيادة مستويات الأكيسين فى الأنسجة النباتية وبناء علي ذلك يمكن وضع تصور مبدئي عن الأسباب التي تدفع إلى إضافة السيتوكينين للنباتات ذات النمو المنخفض. أما بالنسبة لحمض الجبرلليك فقد أثبتت التجارب بأن له دوراً فى زيادة مستويات الأكسين عن طريق تحفيز العمليات الأيضية التي تؤدي إلى تخليقه وطريقة أنتقاله في أجزاء النبات.

تأثير إضافة الهرمونات على مستوى الجبرللين الداخلي

لقد لوحظ وبصفة عامة زيادة امتصاص وتمثيل حمض الجبرلليك عند إضافة هرمون الآبسيسك كذلك وجد أن المعاملة بالإيثلين تؤدى إلى زيادة مستويات الجبرللين فى بعض النباتات كالبطاطس كما أن المعاملة بالأكيسين تزيد من محتوى الجبرللين أما بالنسبة للسيتوكينينات فقد وجد أنها تمنع العمليات التي تحدث لهذا الهرمون كما أنها توقف فعل المثبطات الحيوية لبناء الجبرللين.

تأثير إضافة الهرمونات على مستوى الإيثلين الداخلي

تعمل إضافة الأكيسين للنبات علي زيادة أنتاج الإيثلين وذلك بالتأثير المباشر على عمليات تخليقه. ولقد أثبتت الدراسة التي قام بها كل منAdams and Yang سنة ١٩٧٩ أن البناء الحيوي للإيثلين يتم عن طريق التتابع الأيضي التإلى حيث يعتبر الحمض الأميني الميثيونين هو البداية الحقيقية لتخليق هذا الهرمونز وتبين التحولات الأيضية التالية كيفية تخليق الأثيلين في النبات

Methionine ...... S-adenosyl methionine (SAM)

↓

Aminocyclo propyl carboxylic acid(ACC)

↓

Ethylene

وقد أقترح Yang سنة ١٩٨٠ أن تأثير الأكيسين يكمن فى زيادة مستوى بناء ACC وذلك بتنشيط الأنزيم المسؤول عن تحول SAM إلىACC. اما عن السيتوكينينات فقد وجد أنها تزيد من مستوى الأثيلين وربما يرجع ذلك لدورها فى زيادة المحتوى من الأكيسين. أماعن حمض الجبرلليك فقد أشارت بعض الدراسات بأن

له دوراً فعّالاً فى زيادة أنتاج الإيثلين كما أشارت دراسات أخرى بعدم فاعليته. أما بالنسبة لهرمون الأبسيسك فقد أشارت بعض الدراسات إلى أن تركيزه المنخفض ينشط من أنتاج الإيثلين أما المرتفع فيثبطه.

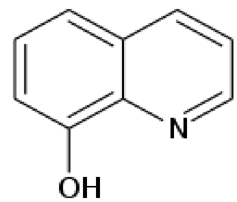
تأثير إضافة الهرمونات على مستوى حمض الأبسيسيك:

لوحظ أن للأكيسين دوراً تنظيمياً لمستوى حمض الأبسيسيك فى النبات أما بالنسبة للكاينتين والجبرلليك فأنهما يثبطان من تخليقه ويقللان من تجمعه في الأنسجة النباتية. أما عن الإيثلين فقد دلت التجارب على أن أضافته للنبات تؤدي إلى تنشيط أنتاج الأبسيسيك ولذلك تعتبر زيادة الإيثلين أولى مراحل الشيخوخة للنبات وتكتمل هذه المرحلة بزيادة محتوى النبات لهرمون الأبسيسيك كرد فعل طبيعى لزيادة الإيثلين وعند هذه المرحلة يوقف الأبسيسيك من زيادة تركيز الإيثلين بالتأثير المباشر على البناء الحيوي.

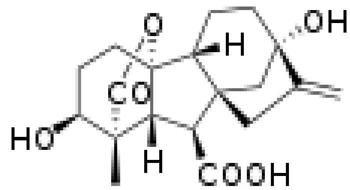
تأثير إضافة الهرمونات على مستوى السيتوكينين الداخلي

لوحظ أن لحمض الجبرلليك أثراً فعالاً في وقف عملية أنتاج السيتوكينين اما إضافة السيكوسيل إلى النبات فتؤدى إلى زيادة تخليق السيتوكينين. كما وجد كذلك أن إضافة الأكيسين يثبط من فعل السيتوكينين. وقد أُرجع ذلك لدور الأكيسين فى تشجيع تخليق الجبرلليك وحثه على زيادة مستوياته كما وجد أن الاتحاد بين الاثنين يؤدى إلى تثبيط نقل السيتوكينين وخفض حركته باتجاه القمة[٤-١١].

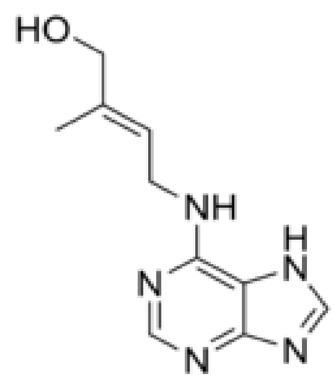
قائمة الأشكال



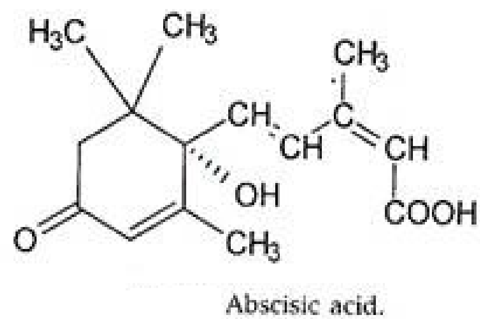
شكل (٨): التركيب الكيميائي للأكسين



شكل (٩): التركيب الكيميائي للجبرلين



شكل (١٠): التركيب الكيميائي للسيستوكينين



شكل (١١): التركيب الكيميائي لحمض
الايبسيبيك

الفصل الثالث

الوسائل الدفاعية في النبات

مقدمة: يتعرض النبات للهجوم بمئات الآلاف من الكائنات الممرضة التي تحاول أن تتغلب على وسائل الدفاع التي يمتلكها النبات ولقد ظل هذا العلم مجهول لدي الكثيرين حتي عام ١٩٥٩ عندما نشر عالِم الحشرات جوتفريد فراينكل مقاله المميز «سبب وجود المواد النباتية الثانوية» والذي أشار فيه إلي الوسائل الدفاعية التي تؤديها العديد من المركبات الثانوية في النباتات ومن أمثلة هذه المواد القلويدات السامة، التربينات الأروماتية والفينولات والتي تقاوم الحيوانات التي تتغذي علي الأعشاب وبذلك قدم الباحث في أطروحته دلالات علمية للمقاومة النباتية أصبحت معياراً لدراسات أخري عديدة تم إجراءها بعد ذلك واهتمت بألقاء الضوء علي المكونات الكيميائية للنباتات والاستفادة منها في المقاومة البيولوجية وصناعة الأدوية لعلاج الكثير من الأمراض. هذا وقد أشار العالم فارمر Edward E. Farmer في كتابة Leaf Defense الصادر حديثا (٢٠١٤) من جامعة أكسفورد إلى الكثير من الأليات والاستجابات الدفاعية في النبات وأهمية تلك الوسائل في المحافظة على النبات. ومن الوسائل المتعددة التي تم تسجيلها أحماض الجاسمونات jasmonates ومشتقاتها، وهي أحماض دهنية تنشط دفاعات النباتات ضد الحيوانات الآكلة لها بإصدار تحذيرات بإشارات كهربية إلى أجزاء النبات عند هجوم الحيوانات. هذا ومن الوسائل المتعددة التي تم تسجيلها كوسائل دفاعية في النباتات الدفاعات التركيبية وتقسم إلى جزئيين الدفاعات التركيبة الموجودة في النباتات بصورة طبيعية والدفاعات التركيبية التي تنشأ في النبات بعد الإصابة بالمرض.

أولاً- الدفاعات التركيبية Structural Defense

تعمل التركيبات الدفاعية كحواجز طبيعية تمنع نمو أو اختراق الكائن الممرض للنبات وكذلك انتشاره بداخله. وتقسم إلى:

تركيبات دفاعية الموجودة أصلاً في النبات: وتتمثل في الخطوط الدفاعية الأولى في النباتات ضد هجوم الكائنات الممرضة وتتضمن:

الشمع: يوجد الشمع على سطح الأوراق والثمار، ويشكل الغطاء الخارجي لخلايا البشرة، وهو مادة طاردة للماء وبالتالي يمنع الكائن الممرض الاستقرار أو الإنبات على تلك السطوح. ولكن يستخدم الكائن الممرض الضغط الميكانيكي لاختراق سطح عائله.

الجدار الخلوي: إن سماكة وصلابة الجدار الخارجي لخلايا البشرة تعتبر من العوامل المهمة في المقاومة عند بعض النباتات ضد بعض الكائنات الممرضة وذلك لوجود مادة اللجنين التي تعطي الجدار الخلوي أكثر صلابة (شكل ١٢).

الثغور والعديسات: أن صغر فتحة اضد بعض الكائنات الممرضة التي تصيبها كما تأخر فتح الثغور أثناء النهار في بعض أصناف القمح يكسبها صفة المقاومة لعدم مقدرة دخول الفطر المسبب لمرض صدا الساق في القمح بسبب جفاف أنبوبة الإنبات للجرثومة التي نبتت أثناء الليل في وجود رطوبة الندى، ومع تبخر الندى تجف الأنبوبة قبل أن تبدأ الثغور في التفتح (شكل ١٣،١٤).

شعيرات الأوراق: وجود هذه الشعيرات بكثافة على الأوراق في بعض النباتات مثل بعض اصناف الطماطم والبطاطس تجعلها أكثر مقاومة عن تلك الأصناف قليلة الشعيرات.

الأشواك: ثمة عدد كبير من الشجيرات التي تمتلك أشواكاً تحميها من الحيوانات النهمة. ومن الأمثلة على ذلك نخلة زومبيا (*Phoenix roebelenii*) التي تنمو في بورما والصين وهي من الأشجار القصيرة والأوراق خضراء داكنة مقوسة والنباتات تنمو فردية أو في مجموعات ويصل ارتفاع الساق إلى ١-٢ متر. في هذه الأشجار تشكل أوراقها الميّتة حول جذعها خيوطاً شوكية تنتصب في جميع الاتجاهات ولذلك تعمل حماية النبات. ونبات الحَسَك أيضا من النباتات المزود بالأشواك ولا سيما عند رأس زهوره ويمكن ملاحظة نتائج ذلك بوضوح في المراعي حيث ينمو ويتكاثر هذا النبات بسلام. كما توجد الأشواك أيضا في ثمار التين الشوكي حيث تبدو الثمرة المكتنزة ممثلة بالأشواك الحادة والتي تنشب في جسم أي حيوان يجازف بلمسها (شكل ١٥).

ثانيا: الدفاعات التركيبية التي تتكون استجابة للإصابة بالكائن الممرض:

نتيجة لإصابة النبات بالمرض يتكون في النبات العديد من الدفاعات والتي قد تكون علي مستوي النسيج ويطلق عليها الدفاعات التركيبية النسيجية أو علي مستوي الخلايا أو بعضها ويطلق عليها الدفاعات الخلوية أو علي مستويات المحتويات الخلوية ويطلق عليها الدفاعات الحيوية. وسوف نتعرض فيما يلي لهذه الأنواع.

الدفاعات التركيبية النسيجية:

تتكون هذه التركيبات أمام أو حول مناطق تمركز الكائن الممرض في النبات مثل طبقات الفلين، طبقات الانفصال، تكوين التيلوزات ترسيب الصموغ، أو تكوين طبقات فلين نتيجة إصابة النبات بالكائنات الممرضة كالفطريات والبكتيريا والفيروسات والنيماتودا. تشكل هذه الطبقات حواجز أو موانع سميكة لا يمكن خرقها من قبل الكائن الممرض كما أنها تمنع انتشار المواد السامة المفرزة من الكائن الممرض نفسه، كما تمنع وصول العناصر الغذائية والماء من المناطق السليمة إلى المصابة، وبذلك تحرم الكائن الممرض من التغذية الأمر

الذي يؤدي إلى عدم قدرته على إحداث مزيد من الإصابة للنبات وسوف نتعرض فيما يلي لبعض من التركيبات الدفاعية النسيجية.

تكوين طبقة انفصال: من الدفاعات النسيجية أيضا تكوين طبقات انفصال كما هو الحال في الخلايا النشطة للأوراق الحديثة لأشجار اللوزيات فبعد إصابتها بالفطريات أو البكتيريا أو الفيروسات. تتكون طبقة انفصال تحيط بالجزء المصاب ويسقط تاركاً مكان الإصابة فارعاً وبذلك يتخلص من المسبب المرضي.

تكوين التيلوزات: التيلوزات عبارة عن نموات زائدة تنشا من تمدد غشاء الخلايا البارانشيمية المجاورة لأوعية الخشب عن طريق النقر. تتكون هذه النموات عند غزو المسبب المرضي النسيج الوعائي حيث تشكل عائقاً أمام حركة الكائن الممرض. كما في حالة النباتات المقاومة لأمراض الذبول الوعائي المتسبب عن الفطريات أو البكتيريا.

ترسيب الصموغ: تنتج أنواع مختلفة من الصموغ بواسطة كثير من النباتات المصابة حول منطقة الإصابة خاصة في الأشجار ذات النواة الحجرية (اللوزيات). وترسيب مثل هذه المواد الصمغية تعمل كحاجز منيع يحيط بالمسبب المرضي فيصبح معزولاً في هذه المنطقة مما يؤدي إلى موته (شكل ١٦).

الدفاعات التركيبية الخلوية:

تشتمل على التغيرات المظهرية في جدار الخلية والتغيرات السيتوبلازمية التي تحدث على مستوي الخلية بعد غزو الخلية من قبل المسبب المرضي، ومنها:

انتفاخ جدار الخلية: عبارة عن ردة فعل دفاعية من قبل العائل النباتي تحدث بشكل انتفاخ للجدار الخارجي في خلايا البشرة أثناء الاختراق المباشر للكائن الممرض، ونتيجة لذلك يحدث تثبيط لعملية الإصابة من قبل الكائن الممرض ويمنع انتشاره إلى بقية أجزاء العائل النباتي (شكل ١٧).

تكوين أغماد حول الخيوط الهيفية للمسبب المرضي: تنشأ هذه الأغماد كبروز من جدار الخلية نحو الداخل، يستمر هذا البروز في تكوين غمد من خلال متابعته لتطور حركة الخيط الخارق للجدار الخلوي، وبهذا يقوم الغمد بمحاصرة خيط المسبب المرضي ومنع تقدمة من مكان إلى أخر.

الدفاعات السيتوبلازمية: عندما يخترق المسبب المرضي الدفاعات الخارجية للنبات يواجه مقاومة أخرى من قبل المحتويات السيتوبلازمية في الخلية. ويحدث هذا النوع من الدفاع عند الإصابة بالفطريات بطيئة النمو التي تسبب أمراضاً مزمنة للنبات، وتعيش حالة تبادل منفعة بينها وبيئة. فينشط سيتوبلازم الخلية المصابة، وتمتط النواة وتنقسم إلى نواتين، ويختفي البروتوبلاست ويحل محله النمو الفطري. من ناحية أخرى تتوسع النواة والسيتوبلازم في الخلايا التي تم غزوها من قبل المسبب المرضي إذ يتحول السيتوبلازم إلى مادة حبيبية كثيفة

محتوية على أجسام عضوية وتركيبية مختلفة مما يؤدي ذلك إلى تحطيم النمو الفطري وتوقف تقدمه. عندما يخترق المسبب المرضي جدار الخلية النباتية، سرعان ما يتشكل في السيتوبلازم حبيبات بنية اللون حول المسبب المرضي ثم بعد ذلك تنتشر في جميع أنحاء السيتوبلازم، ونتيجة استمرار ذلك التلون البني تموت الخلايا ويبدأ المسبب المرضي في التحلل وموته وذلك للحد من انتشاره من الخلايا المصابة إلى أخرى سليمة وتسمى هذه الظاهرة بتفاعل فرط الحساسية، وهذه الحالة تظهر في النباتات شديدة المقاومة.

الدفاعات الحيوية :

وهي عبارة عن مركبات تفرزها النباتات لتقاوم فعل مسببات الأمراض, وتلك المواد إما أن تكون موجودة بالنبات قبل الإصابة أو تستحث نتيجة الإصابة, ومن هذه المركبات:

مثبطات موجودة في الخلايا قبل حدوث الإصابة: توجد هذه المثبطات أصلاً في النبات وهي مواد سامة تحد من نمو الكائنات ومن أمثلتها حامض الكلورجينيك (chlorogenic acid) وهو من المركبات السامة الموجودة بتركيز عالي في بعض النباتات مثل أصناف البطاطس المقاومة لمرض جرب البطاطس كما يوجد أيضا في جذور بعض النباتات المقاومة للفطر "فيرتيسيليوم" Verticillium sp. المسبب للذبول.

مثبطات بيوكيميائية مستحثه نتيجة الإصابة: وتشتمل على المواد الغير موجودة أصلاً في النبات ولكن يستحث تكوينها في الخلايا نتيجة الإصابة بأحد المسببات المرضية ومن أنواع المواد التي تتكون في النبات كرد فعل للإصابة بعض أنواع الفينولات والفيتوالكسينات وهي مواد تبطل سموم المسبب المرضي.

وسائل دفاعية عن طريق نقص بعض العوامل الأساسية: تؤدي هذه الطريقة إلى إيجاد حالة من حالات عدم التوافق بين النبات والعائل الممرض مما يؤدي إلى إيقاف الإصابة أو الحد منها ومن المركبات التي تساعد علي تعرف العائل الممرض علي النبات المركبات السكرية والبروتينية والجليكوبروتين ولذلك يلاحظ انخفاض مستويات هذه الكيماويات حال الإصابة.

وسائل دفاعية عن طريق نقص المغذيات الأساسية: تلجأ بعض النباتات ولسبب غير محدد حتى الأن إلى نقص أحد المكونات الأساسية التي تدخل في تركيب الخلايا ويؤدي هذا النقص إلى الحد من الإصابة.

مركبات مثبطة لنمو الكائن الممرض: يدخل في تركيب النباتات العديد من المركبات الكيمائية المقاومة للمرض ومن أمثلة تلك المركبات الفينولية والتينينات وهي مركبات توجد بتركيزات مرتفعة في الثمار والأوراق وتكون هذه المركبات مثبطات لبعض الأنزيمات.

مركبات كيميائية مستحثة بواسطة الكائن الممرض: عند الإصابة بكائن ممرض أو التأثير على النبات بمؤثرات كيميائية أو ميكانيكية تحدث في بعض النباتات سلسلة من التفاعلات البيوكيميائية والتي تؤدي إلى تكون

مجموعة من المركبات المقاومة للمرض ومن أمثلة ذلك ما يحدث عند العدوي بالفطريات السامة والتي تدفع النبات لتكوين الكالوس والفلين والذين سبق الإشارة اليهم من قبل.

وسائل دفاعية عن طريق تفاعلات فرط الحساسية: تعتبر هذه الطريقة من أهم الوسائل الدفاعية في النبات وفيها يحدث تغيرات في الخلايا المصابة والخلايا المحيطة بالإصابة وتؤدي هذه التغيرات إلى فقدان نفاذية أغشية الخلية وزيادة معدلات التنفس وأكسدة المركبات الفينولية وتراكم نواتج الأكسدة وغالبا ما تؤدي كل هذه التفاعلات أو بعضها إلي موت وانهيار الخلايا المصابة.

الدفاع عن طريق زيادة مستويات المركبات الفينولية: توجد بعض المركبات الفينولية بكميات كبيرة في النباتات سواء كانت مصابة أو غير ذلك ويطلق عليها المركبات الفينولية العامة كما توجد أنواع أخري تتواجد في النباتات المصابة فقط ويطلق عليها الفيتوالكسن phytoalexins أي الفينولات المقاومة للمرض. تتكون الفيتوالكسن عن طريق تحول بعض الجليكوسيدات غير السامة والتي تتأثر بالأنزيمات النازعة للماء مما يؤدي إلى تكونها.

ثالثا الحيل الدفاعية في النبات

تتميز العديد من النباتات ببعض الحيل الدفاعية والتي من خلالها يتغلب النبات على المشاكل البيئية التي تواجهه. ومن الحيل الدفاعية ما يوجد كتركيب ثابت منذ نشأة النبات ومنها ما ينشأ حال تعرض النبات لمشكلة ما ومن الحيل الدفاعية التي شوهدت في بعض النباتات ما يأتي:

* بعض النباتات عندما تهاجمها الحشرات تقوم بإفرازات تتشكل على هيئة أبر على الأوراق لتقلل من شهية الحشرات المهاجمة.

* عندما يتدفق لعاب ديدان الفراشات أكلة العشب تفرز بعض النباتات روائح خاصة تجذب الزنابير والتي تهاجم الديان وتحد من أعدادها.

تقوم بعض النباتات مثل نبات النار (ويسمى أيضاً القُرّاص) بإفراز مادة شديدة الحموضة داخل كبسولات بمجرد لمسها (شكل ١٨).

* لبعض النباتات مثل نبات العلوك المتسلق وهو من الفصيلة القرنفلية أغصان لزجة تصطاد الحشرات الصغيرة المتسلقة وتحد من حركتها. ولا ينبغي أن نخلط بين هذا النوع من الصيد بالفخاخ وبين سلوك النباتات "المفترسة" التي تأسر الحشرات لكي تقتات بها وذلك بهضمها، أو بجعلها تُهضم عن طريق أنواع البكتيريا التي تستضيفها في داخلها.

*في بعض النباتات تكون الأوراق متلاحمة ومتصلة بقاعدتها عند كل عقدة من عقد الغصن، مكوّنة بذلك مجموعة من الأكواب الصغيرة التي يتجمع فيها الماء، مشكلاً حينئذ عائقاً للحشرات مثل النمل. ويمكن ملاحظة ذلك بشكل خاص في نبات شوك الدُّرّاج الذي غالباً ما تعج ثنايته بالحشرات الغرقى.

*في بعض النباتات، تغطي الزهرة نفسها بشعيراتٌ تمنع أيّة حشرة تلقيح طيارة من الاقتراب من غبار الطلع أو الرحيق.

* يوجد عدد كبير من النباتات تُؤوي مستعمرات من النمل والتي تكون بمثابة جنود مرتزقة تعمل لصالحها مقابل المأوى والغذاء. ومن أمثالة ذلك نبات الهيدنوفيتوم الجبلي الاستوائي الذي ينمو في سيام والذي يستضيف النمل في عقدةِ قاعدةِ أغصانه. وهذه الحشرات بدفاعها الشرس عن مأواها تدافع أيضاً عن النبات. ويمكن مشاهدة الظاهرة ذاتها لدى عدة أنواع من النخيل ولدى نبات السَّنْط حيث يعيش النمل داخل الأشواك المجوفة للنبات المذكور ويهاجم أي حيوان يعتدي على هذه الشجرة.

*تستخدم النباتات أيضاً للدفاع عن نفسها مواد كيمياوية تجعلها كريهة الرائحة أو سامة بالنسبة لأعدائها. وغزارة السموم التي تفرزها النباتات تبرهن على أنّ الترسانة النباتية المليئة بهذا النوع من وسائل الدفاع ومن بين النباتات الأكثر شهرةِ في هذا المجال نباتات الشَوكَران، والاستركنين، والمهلّس ، والكورار – وهي نباتات استعملها هنود أمريكا لتسميم السهام، وتستخدم طبياً لإحداث الاسترخاء العضلي. ومع أنّه من العسير أن نفهم الدور الوقائي الذي قد تلعبه هذه المواد، فإنّه من العبث أن نتصور بأنّه في مواجهة كفاح مرير كالاصطفاء الطبيعي يمكن للنباتات أن تنتج مواد كيمياوية غير ذات جدوى (شكل ١٩).

*في النباتات الصنوبرية يقوم النبات بإفراز هرمون الشباب. وهذا الهورمون يوقف ويصد الدود والطفيليات الذي قد يلتهم الأوراق قبل اكتمال نموها (شكل٢٠).

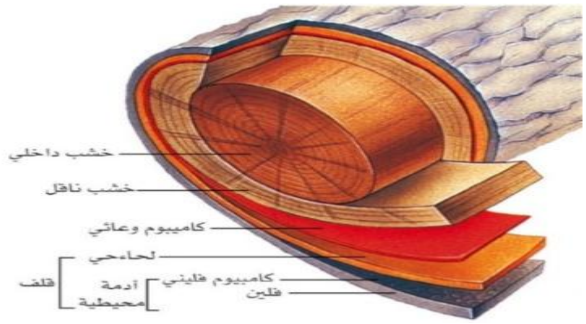
*في نبات التبغ لاحظ العلماء بعض الظواهر الخاصة بهذا النبات فعندما تبدأ الحشرات بأكل أوراقه يفرز مادة النيكوتين السامة مما يضطر الحشرة للابتعاد والهروب.

*بعض النباتات تقوم بإفراز مادة سامة أو روائح كريهة لإبعاد الخطر عندما تأتي الحشرات لتأكل من أوراقه.

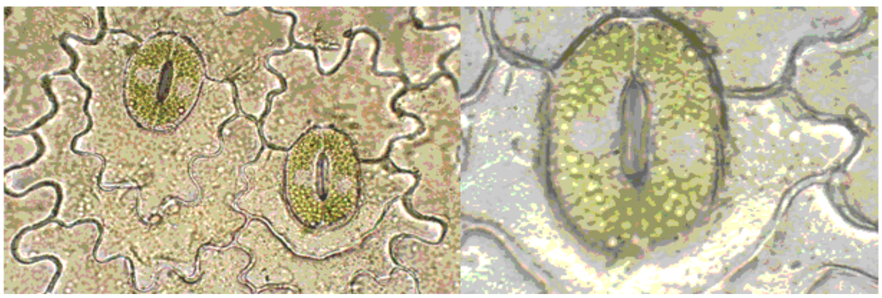
*في نباتات أخرى أجرى العلماء تجارب عرضوا فيها أوراق النبات للأكل من قبل الحشرات، وكانت النتائج مذهلة وغير متوقعة! فقد أصدر النبات مادة عطرية رائحتها تجذب الحشرات الكبيرة لتأكل الحشرات الصغيرة! ولكن لماذا يصدر النبات رائحة عطرية وهو في حالة الدفاع عن نفسه؟ المذهل في الأمر أنه من خلال هذه الرائحة تدرك الحشرات الكبيرة وجود حشرات صغيرة فتأتي لتأكلها وتنقذ النبات منها وفي حالات أخري يقوم النبات بإفراز مادة عطرية تجذب الحشرات الكبيرة مثل النمل، فتعلم من خلال هذه الرائحة أن هناك وجبة دسمة على سطح هذه الورقة فتأتي النملة على الفور وتهاجم الحشرة الصغيرة وتأكلها وبالتالي تخلص النبات منها.

انظروا إلى هذه الطريقة الرائعة في الدفاع عن النفس! ألا تجعلنا نسبح الخالق العظيم تعالى؟ ولذلك فمن الأمور المحيرة هو السؤال المطروح دائما من قبل العلماء من أين يأتي النبات بالمعلومات وكيف يتمكن النبات من إفراز المادة السامة وبعد طرح كل المعطيات والفرضيات التي تجيب على بعض من هذه التساؤلات لا نملك إلا ان نقول سبحان الله فالنبات مخلوق ذكي له استجاباته وتغيراته الملموسة منها والخفية وهو ليس جامداً كما يظنه العامة من قبل!! ويبقى السؤال مَن الذي علم هذه النباتات وهداها للدفاع عن نفسها؟ ومن الذي سخر لها هذه الوسائل والقدرات فهي تعرف ماذا تفعل، وتعرف كيف تدافع عن نفسها، وتعرف ما هي المادة الواجب إفرازها بما يتناسب مع حجم الخطر المحدق بها. كل هذه التقنيات الدقيقة، كيف تعلمها النبات ومن الذي خلق له هذه الإمكانيات. بلا شك إنه الله القائل: (الَّذِي أَعْطَى كُلَّ شَيْءٍ خَلْقَهُ ثُمَّ هَدَى) [طه٥٠]. والآن بعدما رأينا هذه الإمكانيات الكبيرة والذكاء الذي يتمتع به النبات، هل نستغرب أن يسبح النبات بحمد ربه شكراً له على أن سخر له هذه الطرق للدفاع عن نفسه، سخر له أسباب الرزق؟ ان كل ما تقدم وغيره غيض من فيض عن الوسائل الدفاعية في النباتات ألا تدل تلك العمليات على أن للنبات حياتها الخاصة وأن هناك من الوسائل الإدراكية لدي الكائن النباتي ليحمي نفسه[١٢-١٣].

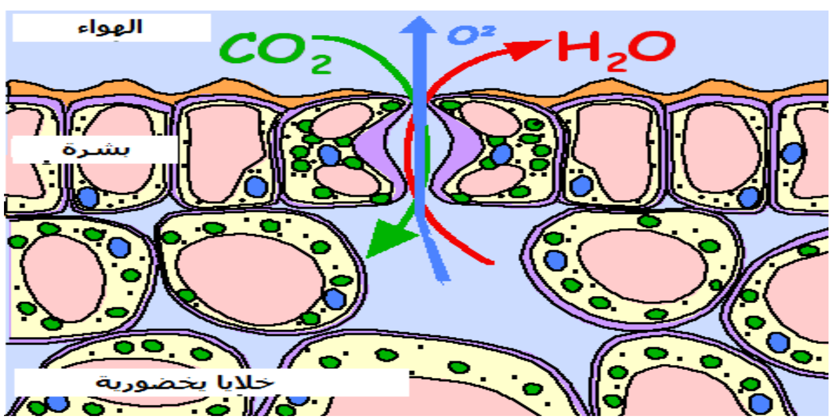
قائمة الأشكال



شكل (١٢): الجدار الخلوي أحد الوسائل الدفاعية في النبات



شكل (١٣): الثغور والعديسات في النبات



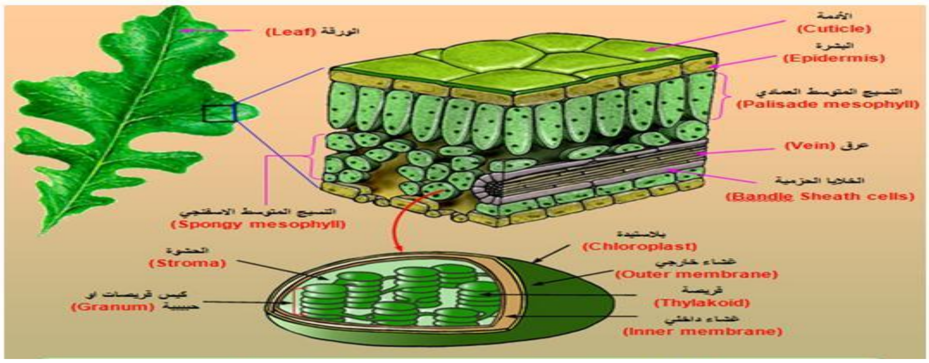
شكل (١٤) رسم تخطيطي يبين التمثيل الضوئي في النبات



شكل (١٥): الأشواك في النبات أحد الدفاعات التركيبية



شكل (١٦): تكوين الصمغ أحد طرق الدفاعات النباتية



شكل (١٧): انتفاخ الجدار الخلوي أحد الدفاعات التركيبية في النبات





شكل (١٨): (نبات القراص)

شكل (١٩): نبات الخلة من النباتات التي تفرز مواد كيماوية سامة



شكل (٢٠): النباتات الصنوبرية تفرز هرمون الشباب

الفصل الرابع

النباتات مخلوقات ذكية!!!

مقدمة: من الكتب الحديثة التي ألقت الضوء علي سلوك النبات كتاب العالم تريوافاس (Anthony Trewavas) كتاب «سلوك وذكاء النبات» والصادر عن جامعة إكسفورد (Plant Behavior and Intelligence) في عام ٢٠١٤ وهو من الكتب التي تثير الاهتمام عن الغرائب والسلوكيات في النبات فالكتاب طويل وممنهج يغطي جميع مراحل التطور، ابتداءً من أصل الحياة ووصولًا إلى السلوك الذكي للبحث عن الغذاء، وكيفية قيام النباتات بحل المشكلات التي تواجهه، ابتداء من التلقيح الأنبوبي حتى الأنظمة الحسية المتفرقة. يتخلل كتاب «سلوك وذكاء النبات» إشارات إلى مراجع علمية عديدة منها كتاب عالمة الوراثة باربرا ماكلينتوك «الشعور بالنسبة إلى الكائن الحي»، والذي استمدت أبوابه من دراستها الطويلة لنبات الذُّرَة، واكتشاف الجينات القافزة، أو الترانسبوزونات. وبذلك. فإن تريوافاس وفارمر يشتركان في فهم عميق لكيفية عمل النباتات من الناحية الميكانيكية، ومن ناحية الكيمياء الحيوية. وبذلك تمثل هذه الكتب وغيرها الطريق إلى أقناع العامة والخاصة بما يعرف بالسلوك النباتي وأن هذه المخلوقات ليست صماء ولكن لها من الإحساس والمشاعر والاستجابات ما يدفع إلى التفكير وعدم الوقوف على الأشكال الخارجية للنباتات أو الارتكاز على فهم قديم جامد وراسخ في العقول على أن النباتات مخلوقات ليس بها حياة. وسوف نشير فيما يلي إلى بعض من السلوكيات الخاصة بالنباتات.

النباتات تتواصل مع بعضها:

دعونا الآن نتأمل هذا الاكتشاف العلمي الذي عرض لأول مرة في عام ٢٠١٢، والذي قام به بعض العلماء في جامعة Western Australia والذي يتضمن دراسة إصدار النبات للترددات الصوتية وتأثره بالأصوات البشرية. (Bioacoustics) فقد توصل العلماء في هذه الدراسة إلى الدليل الأول حول تواصل النباتات مع بعضها عن طريق إطلاق أصوات ثابتة علي شكل ثرثرة لا يمكن للإنسان أن يسمعها ويحتاج لأجهزة عالية الدقة لتسجيلها. لقد كشف العلماء أيضا من خلال هذه الدراسة إلى تنوع سبل الاتصال بين النباتات ومن هذه الأساليب الأسلوب الكيميائي والأسلوب الضوئي والكهرومغناطيسي والصوتي. فالنباتات تصدر ذبذبات كهرومغناطيسية وكذلك تتأثر بالضوء وتصدر غازات كرد فعل وتحذير لبقية النباتات عند التعرض للخطر. فقد أشارت الدراسة المنشورة في مجلة "الاتجاهات في علم النبات" ٢٠١٢ إلى أن النبات

يستخدم الصوت للتواصل مع بقية النباتات. بل ويتأثر بالأصوات أيضاً. ويتوقع العلماء أن الصوت يلعب دوراً مهماً في حياة النبات وفي نموه وتطوره. فقد لاحظت بعض الأبحاث أن نمو النبات يزداد عندما يتعرض لترددات صوتية محددة، وفي بحث آخر تبين أن جذور النبات تتجه باتجاه صوت محدد أثناء نموها. وأن هذه الجذور تطلق اهتزازات أو ذبذبات صوتية بحدود ٢٠٠-٢٢٠ هرتز. هذه الترددات تعتبر ضمن حدود سمع الإنسان أي أن الإنسان قادر على سماعها ولكنه لا يستطيع ذلك لأن شدتها ضئيلة جداً وتحتاج لأجهزة تكبير قوية وهذا ما فعله العلماء. كما توصل العلماء أخيرا إلى أن مادة DNA الوراثية داخل النواة تهتز وتصدر صوتاً لا نفهمه ولكن يمكن قياسه وتسجيله بالأجهزة الدقيقة. وقد يكون هذا الصوت تسبيح لله تعالى (وَلَكِنْ لَا تَفْقَهُونَ تَسْبِيحَهُمْ).

النباتات تحذّر:

سبحان الله! هل تتصور عزيزي القارئ أن النبات يقدم خدمة لرفاقه ويتعاون معهم وينذرهم بأن هناك خطر ما قادم ليأخذوا حذرهم!! فقد تبين من التجارب التي أجريت علي نبات الملفوف بانه يحذر بقية النباتات من المخاطر عند اقتراب يرقات الحشرات الشرهة لأوراقه وذلك باستخدام الصوت. واعتبر العلماء أن هذه الترددات الصوتية بمثابة كلام للنبات. حيث تبين لهم أن النباتات القريبة التي "سمعت" هذا الإنذار أطلقت مادة سامة لإبعاد اليرقة عنها.

النباتات تتعاون ضد الخطر:

يعتقد البعض أن هناك ظواهر خارقة لبعض النباتات حيث أنها تتخاطب تحت سطح الأرض بهدف أبعاد جذورها عن بعضها البعض حتى تتيح الفرصة لجارتها لتنمو دون أي نوع من الاحتكاك أو الإعاقة ويكون ذلك عن طريق إشارات تصدر في صورة مادة كيميائية تشعر بها جارتها فتترجمها وتستجيب لها على الفور. ولاحظ بعض العلماء أنه عند تعرض النبات للخطر تحذر النباتات بعضها البعض وأن إصابة إحدى الأشجار من قبل الحشرات المعادية يصاحبها تغير كيميائي في أوراقها بحيث تصبح كريهة الطعم منفرة وتتخذ الأشجار المجاورة لها الإجراء نفسه وبعد البحث وإجراء التجارب تبين أن بعض النباتات تستخدم إشارات عبارة عن غازات كيميائية تنطلق عبر الهواء وعن طريقها أمكنها التخاطب مع جيرانها ودق ناقوس الخطر. ومن النباتات التي تتجلي فيها هذه الظاهرة نبات السنط والذي يملك القدرة على تنبيه النباتات المجاورة عن اقتراب خطر الحيوانات التي تريد أن تأكل أوراقه حيث تصدر النباتات الغازات الكيميائية لتنقل رسالة إلى الأشجار القريبة منها لحثها على إفراز المادة المرة في الأوراق. يمكن لبعض النباتات أن تتفاعل مع الغازات التي يصدرها نبات السنط فتتفاعل معها بطريقة ملحوظة فتقوم بنشر السموم في الأوراق خلال ٣٠ دقيقة مما يدفع الحيوانات بالإعراض عنها.

إحساس النبات بالمشاعر وإدراكه للبيئة المحيطة:

بناء على الأبحاث التي أجريت والمشاهدات الدقيقة والنتائج التي تم التوصل إليها في العديد من الأبحاث أصبح لكثير من العلماء المهتمين بعلم النبات تصوراته على أحاسيس عالم النبات ولذلك نري الكثيرين منهم ينصح المتعاملين مع النبات كالذراع بحسن القصد وسلامة النية. لقد أكد كثير من العلماء على نتائج علمية تؤكد على أن النبات لا يحس فقط أنما يسمع ويتذوق ويشم بحساسية فائقة كما أنه يستطيع قراءة أفكار البشر. وهو فوق ذلك يخاف ويضطرب عند اقتراب الشخص الذي أساء إليه يوما ما والدليل علي ما تقدم ما أكده أحد العلماء بعد أجراء تجربة حول إحساس النبات بالجو المحيط به، فقد استخدم جهاز يسمي (بوليجراف)، وهو جهاز متخصص بقياس الذبذبات وقام بتثبيت قطبي الجهاز علي سطحي ورقة سميكة من أوراق نبات الظل الموجود في حجرة مكتبه، بواسطة رباط مطاط ثم أخذ يسقي النبات بالماء وبدأ يتابع حركة المؤشر في الجهاز وكانت المفاجأة فقد وجد العالم أن ذبذبة مؤشر الجهاز تطابق تماما رسم الذبذبات التي تصدر من الأنسان عند شعوره بالإثارة العاطفية والرومانسية الناعمة. وقد حدث العكس عندما فكر العالم في إيذاء النبات فبمجرد التفكير فقط دون الفعل بأن يشعل عود ثقاب ويقربه من ورقة النبات فوجد قفزة فجائية في ذبذبات المؤشر مما يؤكد أن النبات استجاب لمجرد فكرة طرأت علي عقل العالم بإيذائه بما يثبت أن النبات يتمتع بالقدرة على الإحساس والإدراك والاستجابة لأفكار الناس من حوله والنباتات مثلها مثل الأطفال تحتاج للرعاية فهي تنمو بالحب والحنان وتأنس لوجود الأنسان. فيستجيب النبات للكلمات والحديث وينمو أكثر، ومن هنا يكون وجود النبات بجانب جهاز التليفون، هو أنسب الأماكن المقربة إليه حيث تتاح له فرصة أن يشارك ويندمج في المكالمات التي تحدث بجواره. والكلمة الطيبة الحلوة الموجهة للنباتات يكون لها أثر السحر فهي لا تقل عن السماد الذي يخصب النبات ويؤدي إلى ازدهاره. وللنبات عالم خاص تحكمه قوانين وتسيره مشاعر، فقد يعلن الحب. وقد يعلن الحرب. وهناك من يحذر من يوصي بزراعة بعض النباتات بجانب بعضها البعض مثل الفول والخروع حيث تؤدي زراعتهما متجاورين إلي زيادة إنتاج المحصول ووفرة الجزء الخضري والعكس تماما يحدث عند التفريق بينهما وقد يؤدي ذلك إلي موت الاثنين ووهنهما وضعفهما. كما تنادي نظريات أخري بعدم زراعة الكرنب والكرفس متجاورين فقد يعلنان الحرب على بعضهما ويعيق كل منهم نمو الأخر. وقد أعلن مؤخرا أن المحبة والكراهية ليسا وقفا على الإنسان، بل أن النباتات تشاركه فيهما، فالبصل والجزر صديقان حميمان وأن رائحة كل منهما تستطيع طرد الحشرات الضارة. كما أن فول الصويا يحب أن يعيش مع الخروع وتستطيع رائحة الخروع إبعاد الخنافس التي تضر الفول وتنمو الذرة الشامية والبازلاء بقوة إذا زرعتا في نفس الحقل، ورائحة العنب بإمكانها أن تصبح أشد عطرا بفضل زراعة البنفسج معه وعلى العكس من ذلك تنشا الكراهية بين بعض النباتات حتى أنها تتحارب ويعيق كل منهم نمو الأخر.

حرص النبات على استبقاء النوع:

النبات حريص حرص الأنسان على استبقاء نوعه واستمرار جنسه فلا يقبل عضو التأنيث في أي نبات إلا حبوب اللقاح التي من جنسه، ولو استقبلت حبة لقاح غريبة عن جنسها فسرعان ما تلفظها في فترة لا تزيد على ربع الساعة أي أن النبات وفي لجنسه.

النبات كائن مزاجي:

النبات كائن مزاجي، فالنبات المحقون بمادة الكافيين يظهر نشاطا ملحوظا، أما النبات المحقون بالكحول فيتطوح مثل الشخص المخمور. كذلك يستجيب النبات للموسيقي فيفرح ويزدهر عند سماع الموسيقي الهادئة، وينزوي وينكمش عند سماع الموسيقي الصاخبة!

للنبات ذاكرة:

آخر ما اكتشفه العلماء في السلوك النباتي تمتع النباتات بذاكرة تستطيع من خلالها أن تميز بين الربيع والشتاء. ومما يروي في هذا الصدد ما ذكره باحثون أمريكيون من أنهم تمكنوا من تحديد جزيء من الحمض النووي الريبي (RNA) يساعد النباتات على "تذكّر" الشتاء والانتظار إلى حين مجيء الربيع لتزهر في الوقت المناسب. وقال الباحثون الذين أجروا الدراسة في جامعة "تكساس" الأمريكية إن إحدى الطرق التي تساعد النباتات على معرفة الربيع هو "تذكرها" بما مرت به من تغيرات ويؤكد على ذلك ما أشار إليه الأستاذ سيبلوم سونغ المتخصص في علم الأحياء الخلوي إن النباتات بالطبع، لا يمكنها التذكر بالمعنى الحرفي للكلمة، لأنها لا تملك أدمغة لكن يمكن أن يكون لديها ذاكرة خلوية حول الشتاء، وتدعى هذه العملية بالارتباع أي تعرض النباتات لدرجات حرارة منخفضة ولمدة كافية حتى تتهيأ للإزهار. واكتشف الباحثون جزيئاً من الحمض النووي الريبي(RNA) سموه "كولداير" يلزم النباتات لخلق ذاكرة حول الشتاء، وفي الخريف ينشط جين يدعى "اف ال سي" يكبح إنتاج النبتة للزهور، إذ أن الإزهار العشوائي قد يكون هدراً لطاقة ثمينة. لكن بعد تعرّض النبتات لـ ٢٠ يوماً من درجات الحرارة القريبة من التجمّد، ينشط جزيء "كولداير" ويهدأ جين "اف ال سي" في عملية تكتمل بعد حوالي ٣٠ إلى ٤٠ يوماً من البرد. ومع بدء الدفء في الربيع وصمت جين "اف ال سي" تنشط جينات أخرى لبدء الإزهار. وقال الباحثون إن نتائج دراستهم قد تؤدي إلى تحسن في إنتاج المحاصيل ويمكن أن تكون مهمة في ظل التغيرات المناخية.

النباتات تتخاطب:

إن اكتشاف العلماء للذبذبات الصوتية النباتية التي اشرنا إليها من قبل تدل على النبات يتحدث، وبعد هذا الاكتشاف لا نستغرب معجزة كلام النبات مع النبي الكريم، وحنين جذع الشجرة له، ولا نملك إلا أن نقول سبحان الله! وقد يكون التخاطب عن طريق إشارات تصدر في صورة مادة كيميائية تشعر بها جارتها فتترجمها

وتستجيب لها على الفور. وعند تعرض النبات للخطر تُحذر النباتات بعضها البعض فقد لاحظ العلماء أن إصابة أحد الأشجار من قبل الحشرات المعادية يصاحبها تغير كيميائي في أوراقها بحيث تصبح كريهة الطعم منفرة للآفات وتتخذ الأشجار المجاورة لها الأجراء نفسه. وبعد البحث وأجراء التجارب تبين أن بعض النباتات تستخدم إشارات كيميائية تنطلق عبر الهواء وعن طريقها أمكنها التخاطب مع جيرانها ودق ناقوس الخطر. وقد لاحظ العلماء أن بعض النباتات تصرخ إذا تعرضت للعطش وتصدر أصوات تشبه البكاء عندما تفشل في الحصول على الماء اللازم لنموها من التربة. والطريف أن فريقا من العلماء ابتكر ساعة نباتية تتكون من الزهور التي تتميز بنظامها الدقيق فيستطيع الناظر إليها معرفة الوقت من خلال تفتح هذا النوع أو ذاك في وقت محدد من الليل أو النهار فالنبات من اقدر المخلوقات التي تشعر بالوقت.

يذكر السيد إيميل من جنيف، في شهادة له باعتباره محبا للطبيعة ظل ما يلاحظ منذ خمسين سنة ما يحدث في حديقة بيته التي يتردد عليها باستمرار علي أن بعض الأشجار تتكلم في ما بينها أو على الأقل تتصل ببعضها مثلما يحبذ العقلانيون تسمية ذلك ويضيف بأنه تابع عن قرب عمليات تضامن لمجموعة من النباتات مع واحدة منها تعرضت إلى الكسر وتوصلت تلك النباتات إلى حد تنظيم دفاع مشترك تحمي به بعضها البعض، كلما شعرت بأن خطرا يهددها وهكذا توصل إيميل بعد عدة تحقيقات معمقة وتجارب جدية إلى أن أشجار البلوط تنبه بعضها عند اقتراب أي غزو للجعلان (الجعل خنفساء مضرة بالنباتات)، حيث تطلق تلك الأشجار من حولها رائحة تحذر بعضها البعض من الخطر الذي يستهدفها مما يجعلها تقوم بإفراز مادة كيميائية تعمل علي تقوية الأوراق وزيادة سمكها مما يمنح تلك الأوراق القدرة على تحمل الاعتداءات الخارجية التي تتعرض إليها بعد إفرازها لمادة سامة. فهذه الظاهرة تشبه الدفاع النباتي الذاتي ضد الجليد المفاجئ والذي يدفع النبات إلي تكوين مادة قوية مضادة للصقيع. هذه الشهادة التي تعتبر جديدة من حيث غرابتها جاءت في وقت كثرت فيه الدراسات العلمية والاكتشافات التي تؤكد وجود اتصال ما بين النباتات. ومما يؤكد على الحقيقة السابقة ما توصل إليه عالم الحيوان ووتر فان هوفن – الجنوب إفريقي والذي يعمل بجامعة " بريتوريا "، والذي عمل لفترات كبيرة على حيوانات الظباء التي تقع في الأسر فلقد لاحظ العالم كثرة معدلات الوفيات فيها على الرغم من توفير سبل الرعاية والحماية وأن قرابة نصف الحيوانات الأسيرة تموت بعيدا عن أسباب العطش أو الجوع أو أي مرض معلوم. لكن عمليات التشريح أثبتت أن معدات تلك الحيوانات كانت تحتوي على أوراق نبات acacia والتي لم تهضم بشكل جيد وبتحليل هذه النباتات أثبتت النتائج وجود مجموعة من المواد السامة والتي لم تكن موجوده في النباتات من قبل وحسب تقرير التحقيق فان أوراق acacia من شدة الاعتداءات التي كانت تتعرض إليها من قبل حيوانات الحديقة، أفرزت تلقائيا مواد سامة للدفاع عن نفسها، كما أن تلك الأوراق كانت تنبه جاراتها من الأشجار المجاورة بالخطر القادم إليها، من خلال إطلاقها في الهواء لمادة غازية وحسب

تقرير فان هوفن فإن مدة عشر أو خمسة عشرة دقيقة كافية لكي تتلقى شجرة تبعد بخمسين مترا الرسالة من الشجرة المنبهة وخلال هذه الفترة الوجيزة تستطيع نفس الشجرة مضاعفة محتوياتها من المواد السامة.

النبتات تستجيب للمس:

توجد بعض النباتات القليلة والتي تظهر ردود فعل حية ومباشرة عند اللمس فتطبق أوراقها وتتدلي إلى أسفل وكأنها حي يشعر بالخجل ولا عجب أن اسمها العلمي "ميموسا بوديكا Mimosa Pudica" مشتق من ردة الفعل هذه ويعني باللاتينية "الخجولة" من الأسماء العديدة لتلك النبتة الخجولة، النبتة الحساسة، النبتة المتواضعة، الحشيش النائم، و "لا تلمسني!" وعلى الرغم من تعدد الاسم إلا أن اسم النبتة الخجولة هو الشائع. النبتة الخجولة من النباتات الحولية والتي يتم زراعتها لتمتعها بهذه الميزة الحسية الغريبة والتي تجذب العامة لمتابعتها. تغلق هذه النبتة أوراقها ليس عند اللمس فقط وإنما في الظلام أيضا وعندما تشرق الشمس تبدأ أوراقها بالتفتح ومن الغريب أنه حين يتم لمسها في ذلك الوقت من الصباح لا تغلق أوراقها، ربما بسبب حاجتها لضوء الشمس! من المؤثرات الأخرى التي تجعل النبتة تغلق أوراقها النفخ والاهتزاز والحرارة. والسؤال الذي يطرح نفسه هو كيف تنخفض الأوراق وتنحني إلى الأسفل؟ عند لمس النبتة تتهيج مناطق معينة في الساق مما يؤدي إلى إفراز مواد كيميائية من الخلايا تحتوي على أيونات الكالسيوم وهذه العملية تعمل على فقد الضغط الخلوي وبالتالي تتدلي الخلية وتنزل إلى الأسفل. موطن النبتة الخجولة الأصلي هو أمريكا الوسطى والجنوبية ولكنها الأن ولرغبة الكثيرين في زراعتها توجد في عدد كبير من المناطق. تفسير ردة فعل النبات هذه عند لمسها لا زالت غير معروفة ولكن يظن العلماء أنها طريقة لأبعاد الحيوانات والحشرات الضارة بإخافتها. النبتة الخجولة من نباتات الزينة الشائعة ولكن أوراقها تحتوي على مادة سامة عند مضغها مما يشكل مخاطرة في اقتنائها خاصة مع وجود أطفال في المنزل (شكل ٢١).

النباتات مخلوقات شرسة:

حتى النباتات توجد فيها الشراسة و"سفك الدماء" وهذا ما نراه في النباتات الآكلة للحيوانات والحشرات، إنها آية من آيات الخالق تستدعي التفكر، لننظر. هذا نبات مفترس يأكل الضفادع والحشرات والطيور الصغيرة والفئران حيث يقوم بإغراء الفريسة بالألوان والروائح والسكّر التي تفرزها غدد خاصة. إن تصميم هذا النبات يضمن للحيوان الانزلاق إلى داخل الإبريق والذي يحتوي على شعيرات تقوم بإحاطة الفريسة ومنعها من الهروب. لقد زود الله هذا النبات بأنزيمات خاصة يفرزها لتساعده على هضم الفريسة التي يستغرق هضمها عدة أيام. هذا النبات يتمتع بحساسية عالية وقدرة على التحكم والسيطرة ولديه "دماغ" يفكر به، ولديه خلايا "أشبه بالخلايا العصبية" لدى الإنسان، ولديه أجهزة مراقبة ورصد. وهو مزود بوسائل تضمن له صيد الحشرات والحيوانات الصغيرة بسهولة (شكل ٢٢). سبحان الله! هل هي الطبيعة التي صنعت هذا الكائن؟ أم هي المصادفة؟ أم هو

الله خالق كل شيء، وهو القائل: (هَذَا خَلْقُ اللَّهِ فَأَرُونِي مَ إذا خَلَقَ الَّذِينَ مِنْ دُونِهِ بَلِ الظَّالِمُونَ فِي ضَلَالٍ مُبِينٍ) (لقمان/ ١١). ويعتبر تشارلز داروين أول من أشار لتلك النباتات في أطروحته عام ١٨٧٥. لقد جذبت هذه المعلومات المختصين لألقاء الضوء على سلوك هذه النباتات والتعرف على طريقتها للحصول على بعض حاجتها من المواد الغذائية. والجدير بالذكر الإشارة إلى أن هذه النباتات لا تمتلك جهازاً هضمياً أو أنسجة عضلية وإنما تتم عمليات الهضم عن طريق إفراز إنزيمات محللة خارجيا على الحيوان الذي تم اصطياده حيث تعمل هذه الأنزيمات على تحليل الفرائس وهضمها وتحويلها إلى مواد بسيطة يسهل على أنسجة النبات امتصاصها. إما عن كيفية حصول النبات على الفرائس فتتم بطريقتين:

*الحركة نتيجة التبديل المفاجئ في ضغط الماء: فعندما تقوم خلايا الجدار الداخلية بنقل الماء إلى الجدر الخارجية ينتج تقلص حاد وسريع.

*نمو الخلايا في أحد جوانب المجس أسرع من الجانب الآخر مما ينتج منه إطباق الجزء النامي على الأخر. ويعتقد العلماء أن هذا النوع من النباتات لدية جهاز حس ويستطيع الإدراك ومعرفة فرائسه كما يستطيع توزيع الفرائس المتحللة بين أغصانه بطريقة منظمة ولذلك يعتقد أن لديه جهاز عصبي لم يكتشف بعد.

النبات كائن ذكي قادر علي اتخاذ القرار:

أثبتت دراسة جديدة لباحث ألماني وجد فيها أن النباتات لها "دماغ" قادر على التفكير واتخاذ القرار، وإن هناك جملة عصبية وإشارات كهربائية يصدرها "الدماغ" وتنتقل لأجزاء النبات. ونقول سبحان الله. آيات كثيرة جاءت في القرآن تتحدث عن سجود الشجر. حتى وقت قريب، كان العلماء يستبعدون تماماً احتمالية امتلاك النباتات لجهاز عصبي أو نوع من "الدماغ"، فمنذ العصر الإغريقي، سادت الفكرة القائلة إن النباتات كائنات غبية وتعد مرحلة بين الجماد والحيوان". ومازالت تلك الفكرة تؤثر على رأي الكثيرين في عصرنا الحالي، وتؤثر حتى على بعض العلماء، وإن كانت تغيرت جزئياً منذ أن اكتشف بأن للنباتات مثل الحيوان جهاز مناعة يحميها ويمكّنها من مقاومة الأمراض، ليتأكدوا بذلك أن النباتات في الواقع كائنات حية تمتلك الكثير من القدرات. وبالرغم من ذلك، فمازالت تعبيرات مثل "الجهاز العصبي للنباتات" تثير جدلاً واسعاً في أوساط العلماء والباحثين حتى يومنا هذا. فقد وجد العلماء في جذر نبات الذرة ما يمكن وصفه بـ "الدماغ" والذي يحتوي على مراكز التحكم داخل الجذور، ويعمل بطريقة مشابهة لعمل الجهاز العصبي الحيواني وينقل البيانات عبر إشارات كهربائية تتحرك بين الجذور والسيقان والأوراق. لقد تمكنت مجموعة من الباحثين من جامعتي بون وفلورنسا من اكتشاف ما يمكن وصفه بالدماغ النباتي في تركيبة جذر نبات الذرة، حيث يؤكد الباحث فرانتيسك بالوسكا من جامعة بون أنهم تمكنوا من اكتشاف أنشطة كهربائية في جذور النبات، كما وجدوا أن التركيبة البيولوجية للخلايا شبيهة بتركيبة الدماغ الحيواني. لكنه أشار إلى أن تلك الأبحاث مازالت في بدايتها، ما يجعله من

المبكر الحديث عن "دماغ نباتي"، وأضاف أنهم يطلقون الآن على ما اكتشفوه لدى النباتات اسم: "مركز التحكم". لقد حدد هذا الباحث المنطقة المسئوولة في جذر النبات عن معالجة المعلومات ونقلها. وهي شبيهة بالمشابك الكيميائية، أي نقاط الاتصال المتخصصة بنقل الإشارات العصبية. والخيوط الرفيعة التي تكوّن الهيكل الخلوي للنبات، تسمح بنقل الحويصلات الصغيرة بسرعة فائقة، الأمر الذي يشابه تماماً طريقة نقل الإشارات العصبية لدى الحيوان. إن أي نبات لا يمكنه العيش من دون جذور، فالجذور بالنسبة للنبات مثل الرأس بالنسبة للإنسان (شكل ٢٣).

جذور النبات مراكز اتخاذ القرار:

يدرك العلماء تماماً أن النباتات تعتمد على الإشارات الكهربائية للتفاعل مع العالم الخارجي. وهو ما يسمح للنباتات باتخاذ ردود فعل تجاه "الأعداء"، مثل الحشرات الضارة المختلفة فالنباتات لا يمكنها الهروب، فهي لا تمتلك عضلات ولا أرجل. لكنها وُاجّهت ذلك بأرسال إشارات تمكنها من حل مشاكلها ضد المعتدين عليها حيث تدفع هذه الإشارات النبات إلي تكوين مواد لا يستسيغها الكائن المعتدي، أو تفرز سموما تقضي عليه". **وقد تمكن العالم فيله من قياس هذه الإشارات الكهربائية التي ترسلها النباتات، من ورقة إلى ورقة، وتوصل إلى أن رد الفعل "السريع" لدى النباتات لا يقارن بردود الفعل الحيوانية. ففي ثانية واحدة، لا يمكن للنبات نقل المعلومات بأكثر من سنتيمتر واحد، أي أنها أبطأ بنحو عشرة آلاف مرة من رد الفعل الحيواني. وبالتالي فما توصل له العلماء حتى الآن يعني أن النبات ليس كائناً غبياً، لكنه ببساطة يحيا في مقياس زمني مختلف.** من حيث التفرعات وتشابك الفروع، وكلاهما يصدر إشارات كهربائية، فالدماغ يصدر إشارات كهربائية لأعضاء الجسد فيعطي أوامره، وكذلك الجذر يصدر إشارات كهربائية على شكل أوامر تنتقل بين أجزاء الشجرة، إن هذا التشابه يشهد على أن الصانع واحد (صُنْعَ اللَّهِ الَّذِي أَتْقَنَ كُلَّ شَيْءٍ إِنَّهُ خَبِيرٌ بِمَا تَفْعَلُونَ) [النمل: ٨٨]. **ونقول سبحان الله!! (شكل ٢٥-٢٤)**

تشير العديد من الدراسات الحديثة إلى أن مركز التحكم في النبات يقع في الجذور وأنه العضو القادر على إعطاء الأوامر للنبات ليعرف في أي اتجاه ينمو وكيف يستجيب، ويضيف العالم بالوسكا إن معالجة البيانات التي يتم نقلها داخل جذور النبات تؤثر بشكل مباشر على سلوك النبات، فالجذور تسجل مثلاً وجود مادة سامة في المحيط القريب، وهو ما يعني أن على النبات أن يتفاداها. وفي الجذور يتم تخزين تلك المعلومات في أطراف الجذور، ويتم نقلها بسرعة لمناطق النمو. وهذه الطريقة التي تنقل بها النباتات المعلومات والتي تبني على أساسها ردود أفعالها تتشابه تماماً مع طريقة عمل الدماغ في عالم الحيوان، حسبما يؤكد عالم النباتات ديتر فولكمان من جامعة بون، مشيراً إلى أن بحث بالوسكا وزميله مانكوسو يساعد على اكتشاف العلاقة بين

التركيب الخلوي للنبات والذي يقوم بنفس الدور الذي يقوم به الجهاز العصبي لدى الحيوان، لكنه مختلف عنه في البناء.

إذا كانت شجرة نظنها لا تعقل، لديها كل هذه الوسائل للتفكير ومعرفة الخطر و"ابتكار" وسائل للدفاع عن نفسها واتخاذ القرار المناسب لحماية أغصانها وأوراقها، ما الذي يمنع أن يكون لدى هذه الشجرة طريقة خاصة بها لتسبيح خالقها والسجود له؟ فما دامت الشجرة تصدر إشارات كهربائية تنتقل بين أوراقها وأغصانها، وما دامت كل خلية من خلايا هذه الشجرة تصدر ترددات صوتية غير مسموعة، فقد تكون هذه الإشارات والترددات لو استطعنا ترجمتها، نوع من أنواع التسبيح للخالق تبارك وتعالى؟! يقول تعالى: (أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يَسْجُدُ لَهُ مَنْ فِي السَّمَاوَاتِ وَمَنْ فِي الْأَرْضِ وَالشَّمْسُ وَالْقَمَرُ وَالنُّجُومُ وَالْجِبَالُ وَالشَّجَرُ وَالدَّوَابُّ وَكَثِيرٌ مِنَ النَّاسِ وَكَثِيرٌ حَقَّ عَلَيْهِ الْعَذَابُ وَمَنْ يُهِنِ اللَّهُ فَمَا لَهُ مِنْ مُكْرِمٍ إِنَّ اللَّهَ يَفْعَلُ مَا يَشَاءُ) [الحج: ١٨].ويؤكد. الباحث Anthony Trewavas والذي يعمل في جامعة Edinburgh وعضو الأكاديمية الملكية البريطانية، على أن النباتات أكثر من مجرد غطاء جميل يغلف أرضنا بل إنها تتواصل مع بعضها، وتتذكر وتخطط وتتخذ القرارات: إنها كائنات ذكية! ولكن الذي يميز النبات أن له أكثر من دماغ، أي ليس له دماغ واحد مثل الإنسان، إنما أدمغة متعددة موضوعة في الجذور.

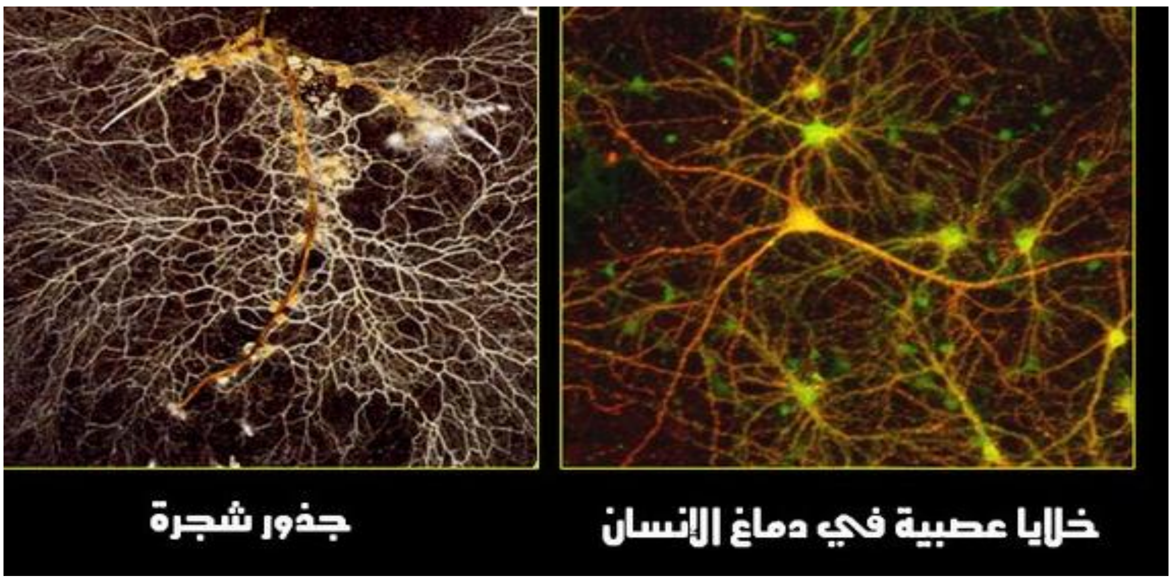
قائمة الأشكال



شكل (٢١): نبات الست المستحية



شكل (٢٢): النباتات مخلوقات شرسة



شكل (٢٣): تفرعات الجذور تتشابه مع تفرعات الخلايا العصبية



شكل (٢٤): الجذور مراكز اتخاذ القرار



شكل (٢٥): نبات الغرقد

قائمة المراجع

١-Plant Behaviour and Intelligence: Amazon.co.uk: Anthony Trewavas...https://www.amazon.co.uk/Plant-Behaviour-Intelligence Chicago Press.
٢-Plant Sensing and Communication: Richard Karban https://www.bookdepository.com
٣-Ethological Theory: Definition & Explanation | Study.com study.com/academy/... /ethological-theory-definition-lesson-quiz.html
٤-Plant hormone - Wikipedia, the free encyclopedia https://en.wikipedia.org /wiki/Plant_hormone
٥-Types of Plant Hormones - CliffsNoteswww.cliffsnotes.com/.../plant.../growth... plants/types-of-plant-hormones
٦-Plant Hormones: Chemical Control of Growth and Reproduction .study.com/.../plant-hormones-chemical-control-of-growth-and-reproduction. html
٧-Auxin - Wikipedia, the free encyclopedia https://en.wikipedia.org/wiki/Auxin
٨-Plant hormones: Gibberellins Gibberellins – Function ١: Gibberellins.ag.arizona.edu /classes/... /last%٢٠plant%٢٠lecture%٢٠handout.
٩-Plant Hormones - Cytokinins - Plant Physiology employees.csbsju.edu/ssaupe /biol٣٢٧ /lecture/cytokinin.htm
١٠-Ethylene: The Ripening Hormone - Postharvest Information Network postharvest.tfrec. wsu.edu/pages/PC٢٠٠٠F
١١-Why is Abscisic acid also known as stress hormone? - Saral Study www.saralstudy.com/.../plant.../٣٢٨-why-is-abscisic-acid-also-known-as-stress -hormone
١٢-Plant defense against herbivory - Wikipedia, the free encyclopedia https://en.wikipedia.org /wiki/Plant_defense_against_herbivory
١٣-Overview of Plant Defenses - American Phytopathological Societywww.apsnet.org /edcenter/intropp/.../OverviewOfPlantDiseases.asp
١٤-Plant Behaviour and Intelligence - Hardcover - Anthony Trewavas ...https://global.oup.com/... /plant-behaviour-and-intelligence
١٥- Ways Plants Communicate | Mental Floss mentalfloss.com/article/٦٦٣٠٢/٥-ways- plants-communicate
١٦-Can a Plant Remember? This One Seems to—Here's the Evidence ...phenomena.nationalgeographic.com /.../can-a-plant-remember-this-one-seems -to-heres-the-evidence
١٧-Study Shows Plants can Learn, Remember : Science : Nature World.www.natureworldnews.com/.../study-shows-plants-learn-remember.htm
١٨-Mimosa pudica - Wikipedia, the free encyclopedia https://en.wikipedia.org/wiki /Mimosa_pudica
١٩-Carnivorous plant - Wikipedia, the free encyclopedia https://en.wikipedia.org/wiki /Carnivorous_plant
٢٠-Plant Electrostimulation and Data Acquisition - Springer www.springer.com/cda /content/.../٩٧٨٣٦٤٢٢٩١١٨٠-c٢.

الباب الثاني

الإحساس والجهاز العصبي في المملكة الحيوانية والطلائعيات

الفصل الأول: بعض المظاهر الحسية في الأوليات

الفصل الثاني: الجهاز العصبي وأعضاء الحس في اللافقاريات

الفصل الثالث: الجهاز العصبي وأعضاء الحس في الفقاريات

الفصل الرابع: الجهاز العصبي في الأنسان

مقدمة

تختلف الحيوانات في مستوى التنظيم العصبي بحسب موقعها في ممالك الكائنات الحية، ومن الملاحظ أن صورة بناء التنظيم العصبي في الحيوانات المختلفة يكون أكثر رقيا وقدرة على إتقان العمل كلما اتجهنا نحو الأنواع الراقية من الحيوانات. ويتمثل هذا الإتقان في جهاز عصبي مركزي، وذلك لزيادة القدرة والسيطرة، والتنظيم، والتنسيق ورقي مستوى الاستجابة للمؤثرات البيئية مما يساعد الكائن الحي في الحفاظ على اتزان بيئته الداخلية. يتفاعل الكائن الحي مع المؤثرات البيئية المختلفة للحفاظ على ثبات وضعه الداخلي، وتعتبر هذه الخاصية من أوضح مظاهر الحياة التي تميز الكائن الحي سواء كان من الكائنات البسيطة أو الكائنات الراقية، ففي الحيوانات الراقية والأنسان نجد أن السيطرة والتنظيم للمحافظة على ثبات وضعها الداخلي يتم بواسطة الجهازين العصبي والهرموني، والتنظيم عن طريق الأعصاب يكون عادة أسرع من التنظيم عن طريق الهرمونات. فالإحساس هو أهم الخصائص التي تميز المملكة الحيوانية. يشاهد عند كل الكائنات الحية ابتداءً من وحيدات الخلايا وحتى الثدييات فلا يوجد حيوان لا يتمتع بقدر من الإحساس حتى الحيوانات وحيدة الخلية والتي تبدي استجابات محددة عند التعرض لمؤثر ما إلا أن درجة تطور وتعقد هذا الجهاز تنوعت في المملكة الحيوانية تنوعا كبيرا حيث ظهر في الحيوان ما يعرف بالجهاز العصبي وأعضاء الحس حيث يكون مؤلفاً من مجموعات صغيرة من خلايا عصبية عند الجوفمعويات، ويزداد تعقيداً كلما صعدنا في سلم التطور ليصل إلى أقصى درجات التعقيد والكفاءة عند الإنسان. الجهاز العصبي شبكة اتصالات داخلية تختص بتنظيم بيئة الحيوان الداخلية واستجاباته الخارجية يقوم الجهاز العصبي باستقبال المعلومات الواردة من المحيط الخارجي بواسطة أعضاء الإحساس ومن الأعضاء الداخلية بواسطة المستقبلات الحسية، حيث تعالج تلك المعلومات بسرعة فائقة، ليصار إما إلى تخزينها كذاكرة وخبرة أو إصدار أوامر لأجهزة الجسم الأخرى بما يتناسب مع المعلومات الواردة.

الفصل الأول

بعض المظاهر الحسية في الأوليات

تشتمل شعبة الأوليات على أكثر من ٥٠٠٠٠ نوع من أبسط الكائنات الحية تركيبا وتنتشر فى كل البيئات. والأوليات أو الطلائعيات حيوانات صغيرة الحجم حقيقية النواة، ذات أحجام دقيقة إذ لا ترى بالعين المجردة ولكن جميعها مجهرية. ونظرا لبساطة تركيبها يطلق عليها الحيوانات اللاخلوية نظراً لأن أجسامها لا تتميز إلى خلايا وليس لها أنسجة. والحيوان الأولى يتكون من كتلة بروتوبلازمية تحتوى غالباً على نواة أو أكثر وتقوم هذه الكتلة الحية بجميع الوظائف الحيوية مثل الحركة، التغذية، التنفس، الإخراج، وتنظيم الضغط الأسموزى، التكاثر، والإحساس.

من المظاهر المثيرة للاهتمام في هذه المجموعة من الكائنات وجود درجات متفاوتة من الإحساس، وهو خاصية من خواص التكوين الرئيسي للخلية وهو البروتوبلازم (protoplasm) فلا يوجد كائن حي لا يحافظ على حياته، ويتكيف مع بيئتة، ويبحث عن غذائه، فالطلائعيات الأولية مثل الأميبا تحس بالمؤثرات في الوسط الذي تعيش فيه عن طريق بروتوبلازم خليتها. وبهذا نجد أنه تتحرك نحو الغذاء، وتنفر من الضوء الشديد، وتبتعد عن المواد الكيميائية عالية التركيز. وسوف نستعرض فيما يلي التركيب الخلوي لبعض من هذه الكائنات وبعض المظاهر الحسية التي تم التعرف عليها.

الأميبا

الأميبا حيوان أولي ليس له شكل ثابت يعيش فى مياه البرك والمستنقعات بين المواد النباتية المتحللة التي تكثر فيها البكتريا حيث تحصل الأميبا على غذائها من البكتريا والكائنات الدقيقة الأخرى. السطح الخارجي للحيوان يتكون من غشاء البلازما أما الجزء الخارجي للسيتوبلازم فهو غير محبب ويعرف بالاكتوبلازم فى حين أن الجزء الداخلي للسيتوبلازم يعرف بالاندوبلازم وهو محبب ويحتوي على النواة التي ليس لها مكان ثابت وكذلك يحتوي على الفراغات المنقبضة والفجوات الغذائية التي بها كائنات دقيقة تتغذى الأميبا بها وتهضمها فيها .وتقوم النواة فى الأميبا بعمليتين التمثيل الغذائي والتكاثر، وتتحرك الأميبا بواسطة الأقدام الكاذبة (شكل ٢٦).

بعض المظاهر السلوكية

الحركة: الحركة التي تميز الحيوان عن النبات واضحة في الأميبا وتعرف حركتها بالحركة الأميبية التي تعتبر أبسط أنواع الحركة الأولية في الحيوان. وهذه الحركة وإن كانت تبدو مختلفة اختلافا كليا عن الحركة العضلية في الحيوانات المعقدة إلى أن ما يحدث في العضلات أثناء انكماشها لتحريك الأطراف. وتحدث الحركة بأن

تكون الأميبا بروزا أنبوبيا (القدم الكاذب Pseudopodium) في الجهة التي تتحرك فيها الأميبا. ويتكون القدم الكاذب في أي جزء من سطح الجسم ويستمر القدم في النمو بعد تكونه بعض الوقت بسبب تدفق بعض بروتوبلازم الأميبا داخله ولكن بعد مدة يتكون قدم آخر في مكان مجاور فيتدفق البروتوبلازم في القدم الجديد. وبهذه الطريقة تتحرك الأميبا حركة غير منتظمة. وعند تكون قدم كاذب جديد تختفي الأقدام الكاذبة السابقة له. ولو شاهدنا الأميبا وهي تتحرك في اتجاه ما لوجدناها تكون أقداما كاذبة في هذا الاتجاه وإن كل قدم يتكون يدور إلى أسفل حتى تلمس قمته السطح الذي يسير عليه الحيوان ثم يتجه إلى الخلف. ويستمر البروتوبلازم في التدفق إلى الأمام مكونا قدما آخر وبذلك تكون حركة الأميبا مزيجا من التدفق والزحف والتدحرج. وسلوك الأميبا أثناء حركتها ناتج عن استجابة السيتوبلازم للمنبهات الخارجية التي تؤثر عليها مثل التغيرات البيئية والتي تحدث تغيرات في البروتوبلازم ومن ثم يستجيب بالحركة. ومن الجدير الذكر الإشارة إلى ان لكل كائن حي منبهاته الخاصة التي يتأثر بها ويستجيب لها. فالأميبا تبتعد عن الضوء وتنجذب نحو المواد الغذائية، كما أنها تبتعد عن الأشياء الساخنة والمحاليل الكيميائية التي تخالف في نوعها وتركيزها في الوسط المائي الذي تعيش فيه.

كيفية تكون القدم الكاذب

على الرغم من بساطة شكل القدم الكاذب إلا ان المراجع العلمية احتوت على الكثير من الفرضيات التي تناقش طريقة تكوينه ومن الفرضيات والتفسيرات الأكثر شيوعا هو ما يحدث من تغير في قوام السيتوبلازم فالجزء الداخلي من الأندوبلازم أكثر ميوعة ولذلك يعرف بالبلازما السائلة (Plasma sol) أما الجزء الخارجي منه فأكثر صلابة ويكون مع الأكتوبلازم (ectoplasm) ما يسمى بالبلازما الهلامية (Plasma gel). وأحدث تفسير للحركة الأميبية هو أن المنبهات التي تؤثر على الأميبا وتجعلها تتحرك في اتجاهها هي المنبهات التي تؤثر على البلازما الهلامية حيث تقلل من سمكها وتباعد أجزائها مما يفتح الطريق أمام البلازما المائعة لتتدفق صوب هذه المنبهات ويؤدي هذا التدفق إلى تكوين القدم الكاذب. ومما يساعد على تدفق البلازما المائعة انقباض البلازما المتصلبة في الجهة المضادة للحركة. وعندما تصل البلازما السائلة إلى قمة القدم الكاذبة تتحول إلى بلازما هلامية والتي تنجذب نحو البلازما المتصلبة الخلفية.

التنفس: لا يوجد في الأميبا كما في غيره من الأوليات الأخرى أجهزة خاصة بالتنفس بل تتم بطريقة مباشرة يتم من خلالها تبادل الغازات مع الماء المحيط بالحيوان من جميع سطح الجسم ويطلق على هذه العملية الانتشار والتي تعتمد في حدوثها على اختلاف التركيز بين خارج وداخل جسم الحيوان والانتشار معناه ميل جزئيات المادة إلى توزيع نفسها توزيعا متساويا في المكان المتاح أمامها، أي أن جزيئاتها تنتقل من المكان المركزة فيه إلى حيث يقل تركيزها. فالأكسجين الذائب في الماء يمر إلى السيتوبلازم. فتركيز الأكسجين في

الماء أكثر منه في سيتوبلازم الأميبا ولذلك يستمر في الدخول إلي جسم الحيوان طالما بقي هذا الاختلاف في التركيز موجوداً ومن العوامل التي تدفع إلى بقاء هذا الاختلاف مستمراً طوال حياة الحيوان واستمرار تدفقه من الخارج للداخل هو الاستهلاك الداخلي للأكسجين في عمليات الأكسدة الغذائية والتي ينتج عنها انطلاق الطاقة التي يستغلها الحيوان لتأدية وظائفه المختلفة. ومن نواتج الأكسدة تكون ماء وثاني أكسيد كربون واللذان تتخلص منهما الأميبا بنفس خاصية الانتشار لكونها أكثر تركيزا في السيتوبلازم عنه في الماء الخارجي. ومثل هذه الطريقة في التنفس تصلح فقط في الحيوانات الدقيقة كالأميبا حيث يكون سطح الجسم كبيرا بالنسبة للحجم، كما يستلزم ذلك أيضا أن يكون سطح الحيوان غير مغطى بطبقة عازلة.

الإخراج: كما أشرنا من قبل ينتج عن تأكسد المواد الغذائية تكون مواد مختلفة ضارة يتخلص منها الحيوان عن طريق الانتشار وفي هذا الصدد يعتبر الانتشار والذي يؤدي إلى تخلص الحيوان من نواتج الأكسدة طريقة من طرق الإخراج. ولا تقتصر عمليات الإخراج في الأميبا على التخلص من نواتج الأكسدة ولكن يواجه الحيوان بمشكلة أخري وهو دخول الماء إلى الجسم لان تركيز محتويات السيتوبلازم اعلي منه في الوسط الخارجي مما يدفع بجزيئات الماء إلى الدخول للجسم في محاولة لتساوي التركيز وللتخلص من هذه الجزيئات وللمحافظة على تركيز محتويات السيتوبلام تتكون في الإندوبلازم قرب الجهة الخلفية لإتجاه الحركة تجويف مائي كبير يعرف بالتجويف المنقبض تتجمع فيه قطرات الماء الزائدة عن حاجة جسم الحيوان ومن ثم إلقائها إلى الخارج وتخليص الجسم منها. ولذلك نلاحظ طوال عمر الحيوان تكرار عمليات اختفاء وظهور الفجوات المنقبضة. ويمكن تشبيه عمل الفجوة المنقبضة في الأميبا كعمل مضخة في سفينة مثقوبة تعمل المضخة فيها باستمرار لرفع الماء منها وإلقائه في البحر ففي الأميبا يدخل الماء إليها باستمرار نظرا لزيادة تركيز محتويات السيتوبلازم عن محتويات الوسط المحيط. وعلى ذلك فالوظيفة الرئيسية للفجوة المنقبضة هو تنظيم الماء داخل الجسم ويعمل ثانويا في الوقت نفسه على طرد المواد الإخراجية مثل ثاني أكسيد الكربون. ومما يثبت أن وظيفة التجويف المنقبض تنظيم المحتوي المائي في الأوليات التي تعيش في الماء العذب عدم وجود تجويف منقبض في الأوليات البحرية أو الأوليات المتطفلة وذلك لان تركيز المواد في الوسط المحيط بالكائن الأولي أعلي من تركيزها داخل جسم الكائن.

التكاثر: عندما تبلغ الأميبا نهاية الحجم لا تستطيع الاستمرار في الزيادة أكثر من ذلك وللمحافظة على النوع تلجأ في الظروف العادية إلى التكاثر بنوع خاص من طرق التكاثر يطلق عليه الانقسام الثنائي البسيط وهو نوع من الانقسام الغير مباشر، وفيه تنقسم النواة بالاختناق إلى نصفين ثم يعقب ذلك اختناق السيتوبلازم إلى قسمين يحوي كل منهما نواة، وبذلك يتكون فردان جديدان ولا تستغرق هذه العملية فترة زمنية طويله بل تكتمل أحداثها فيما يقرب من ساعة. وبعد الحدوث ينمو كل حيوان من الحيوانات الناتجة حتى يصل إلى الحجم

الأصلي ثم تتكرر العمليات. وبذلك يتضح أن الصفات العامة للأميبا لا تفنى بل تنتقل باستمرار إلى الأبناء فكل أميبا جديدة تحتوي على جزءا من الأميبا الأم. أما إذا أصبحت الظروف البيئية قاسية كأن يجف الوسط أو يقل الغذاء أو تتغير الظروف المحيطة بالحيوان وتصبح غير مواتية للمعيشة تلجأ الأميبا إلى المحافظة على النوع وعدم التعرض للفناء وذلك بأن تتكور وتفرز حول نفسها غلافا واقيا يُعرف بالحويصلة ثلاثية الطبقات يمكن من خلالها توفير الحماية للحيوان ولذلك تقبع الأميبا داخل تلك الحويصلة وتنخفض سرعة العمليات الحيوية بدرجة كبيرة طالما استمرت الظروف الحياتية غير مواتية. فإذا تغيرت الظروف المحيطة وأصبحت مواتية لمعيشة الحيوان ذابت الحوصلة وخرجت الأميبا لاستئناف حياتها الأولى ولا تعتبر تلك الطريقة من حيث الناتج طريقة من طرق التكاثر ولكن لوحظ أحيانا حدوث انقسامات عديدة داخل الحوصلة تبدأ بانقسام النواة إلى عديد من الأنوية يحاط كل منها بجزء من السيتوبلازم. وعند تغير الظروف البيئية تذوب الحويصلة وتخرج الأفراد الصغيرة على شكل أميبات صغيرة ذات أقدام كاذبة مدببة (pseudopodiospore) تنشط وتمارس حياتها.

السلوك الحسي: بالرغم من خلو الأميبا من أعضاء الحس فإنها تستجيب للمؤثرات المختلفة فهي تميز بين الغذاء الصالح والضار، كما أنها تبتعد عن الضوء الشديد والمواد الكيميائية الضارة وتغير اتجاه سيرها إذا لمست جسما صلبا، وإذا أزعجت إزعاجا مستمرا تكورت وبقيت ساكنة. ويتضح مما سبق أن بروتوبلازم الأميبا قادر على القيام بجميع وظائف الحياة من حركة وإحساس وتغذية وإخراج وتكاثر وتنفس دون وجود أعضاء خاصة بكل وظيفة. لقد اتخذ بعض العلماء من أوجه نشاط الأميبا كحركتها في اتجاه معين أو الابتعاد عن مؤثر دليل على أن للأميبا سلوك واعي أي أن لها بعضا من القوة الأستجابية. ويرى بعض العلماء الآخرون أن أوجه النشاط هذه لا ترجع لأي سلوك روحاني ويستندون في حكمهم هذا إلى أنه من الممكن إحداث ما نراه في الأميبا من استجابات وحدوثة بطرق ميكانيكية في بعض الجمادات. فعند حقن قطرة من زيت القرنفل في الماء بقليل من الكحول يتغير الغشاء السطحي لقطرة الزيت وتكون امتدادات تشبه الأقدام الكاذبة كذلك إذا وضعت قطرة من الكلوروفيل في الماء سلكت مسلكا الأميبا في الغذاء حيث يمكنها ان تقتنص قطع البرافين عند وضعها في الماء وترفض ابتلاع حبيبات الرمل او الزجاج وتخرجها إذا أدخلت فيها قسرا. ولا يقتصر الأمر عند ذلك فهناك العديد من الوسائل الأخرى التي يمكن بها محاكاة سلوك الأميبا وتكاثرها. وكأننا في هذا الصدد نشير إلي تفرد الأميبا واختلافها عن ما تم ذكره من التجارب في أن كل تجربة تحاكي عملية معينة بطريقة منفردة أما في الأميبا فيمكن لجميع العمليات من حركة وتغذية وإخراج ان تحدث جميعها في وقت واحد وهناك اختلاف آخر وهو أن الأميبا بسلوكها هذا تتلاءم مع الوسط الذي تعيش فيه بغية الاحتفاظ بكيانها مما يوحي بأن هناك الكثير من الأسرار التي تحيط بسلوك هذه الكائنات.

البراميسيوم Paramecium

البراميسيوم حيوان أولى يعيش حر فى الماء العذب الراكد (مياه البرك والمستنقعات) صغير الحجم لا يري بالعين المجردة ولكن يمكن التعرف علي شكله ومحتوياته تحت الميكروسكوب. والبراميسيوم حيوان أولي مغزلي الشكل طرفه الأمامي عريض والطرف الخلفي مدبب، ويوجد على السطح البطني انخفاض مهدب يسمى بالميزاب الفمي يمتد فى اتجاه ظهري إلى الخلف ويؤدى إلي تجويف مخروطي الشكل يسمى بالدهليز والذي يمتد داخل الجسم ليؤدي إلى فتحة بيضاوية تسمى بالفم الخلوي والذي يمتد منه بلعوم فمي. وتوجد خلف البلعوم فتحة آست مؤقتة حيث تخرج منها بقايا الطعام. يغطى الجسم غشاء رقيق يعرف بالقشرة تعطى الحيوان شكله الثابت ويوجد بهذا الغشاء حفر مسدسة الحافة ويبرز من كل حفرة هدب أو أكثر والأهداب مرتبة فى صفوف طولية وينشأ الهدب من جسم قاعدي يقع تحت الغشاء.والأهداب التي تحيط بالجسم كله منتظمة الطول وتمتد بعض من الأهداب الطويلة إلى الدهليز والبلعوم وتقوم بدفع الغذاء إلى داخل الجسم والذي يتميز إلى اكتوبلازم خارجي شفاف رقيق واندوبلازم داخلي. ويوجد بالاندوبلازم نواتان أحدهما كبيرة والأخرى صغيرة وضعهما ثابت فى الحيوان. ويوجد في جسم البراميسيوم فجوتان منقبضان أحدهما أمامية والأخرى خلفية، يقومان بتنظيم الضغط الأسموزي للحيوان، ويتصل بكل فراغ منقبض حوالي ٥-١٢ قناة شعاعية أنبوبية. كما يحتوي الاندوبلازم أيضاً على العديد من الفجوات الغذائية (شكل ٢٧).

يتحرك البراميسيوم حركة سريعة بفعل الأهداب التي تضرب فى الماء إلى الأمام أو إلى الخلف وهناك ضربة مؤثرة للأهداب فى الماء يتحرك معها الحيوان ثم تعود الأهداب إلى وضعها وتستمر هذه الضربات باستمرار وأثناء الحركة يلف البراميسيوم حول محوره الطولي وذلك بسبب وضع الأهداب المائل على سطح الجسم وحركة الأهداب الطويلة داخل الدهليز. وفي البراميسيوم تتصل الأهداب بحبيبات قاعدية مغمورة في بروتوبلازم البراميسيوم، وتتصل هذه الحبيبات ببعضها، بخيوط دقيقة، وخلال هذه الخيوط تنتقل المؤثرات الحسية إلى الحبيبات القاعدية التي تتصل بدورها بالأهداب فتسبب حركتها، ويطلق على هذه الخيوط العصبية. (شكل ٢٨).

اليوجلينا Euglena

اليوجلينا من السوطيات التي تعيش في المجاري المائية العذبة والبرك. والحيوان مغزلي الشكل طوله حوالي ٦٠ ميكرون، كما يوجد بعض أنواع من اليوجلينا أكبر من ذلك قد يصل حجمها إلى حوالي ٥٠٠ ميكرون .يوجد تحت الغشاء الخارجي لليوجلينا مباشرة شرائط بروتينية وأنيبيبات دقيقة تكون القشيرة. والقشيرة فى اليوجلينا مرنة بدرجة تكفى للانثناء ولكنها قد تكون أكثر صلابة فى بعض الأنواع الأخرى. ويمتد من الأمام سوط يخرج من خزان قارورى الشكل يقع فى مقدمة جسم الحيوان، كما يوجد في المقدمة أيضا سوط آخر

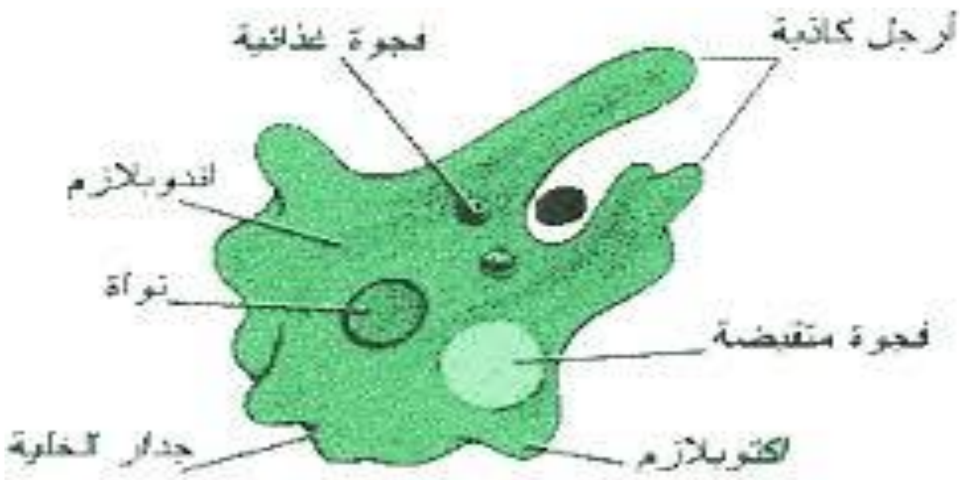
قصير ولكنه ينتهى بداخل الخزان .يوجد جسم حركي عند قاعدة كل سوط كما يوجد في الجزء الأمامي أيضا بقعة عينية حمراء تعمل فيما يبدو على توجيه الحيوان للضوء (شكل ٢٩).

سلوك الأوليات المتطفلة

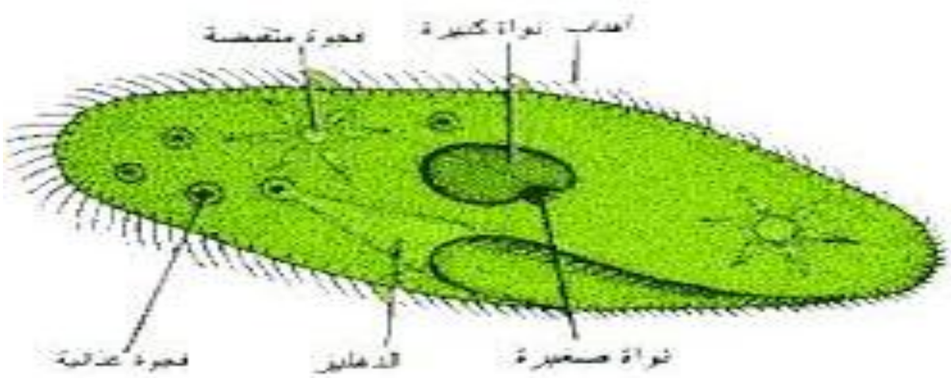
في الأوليات المتطفلة كحيوان الإنتاميبا هستوليتيكاhistoletica (Entameoba) (شكل ٣٠) وهو من أكثر جذريات الأقدام تطفلا فى الأمعاء الغليظة، وتحت ظروف معينة يصبح الطفيل شرساً فتاك فيغزو جدار الأمعاء ويفرز إنزيمات تؤثر على بطانة الأمعاء.وعندما يحدث هذا الغزو تنتج الإصابة بالديزنتاريا الأميبية الخطيرة.. ولا تقتصر الإصابة في بعض الحالات على الأمعاء فعن طريق الدم يمكن أن تنتقل الطفيليات إلى الكبد وأعضاء أخرى، حيث تسبب أعراض عديدة منها الإصابة بالخراريج. فمن الذي وجه هذه الحيوانات لمكان تطفلها في الأمعاء الغليظة وما هي الحيثيات التي دفعت بهذا الكائن الأولي إلى الاستقرار في هذا المكان دون غيرة أنه الإحساس الذي سيظل فهمه لنا غامضا لا نستطيع ان نجيب علي استفساراته. كما تتجلي هذه القضية في حيوان أولي سوطي هو التريبانوسوما (Trypanosoma) والذي يعيش فى الدم والسائل النخاعي والسائل الليمفاوي لبعض الأسماك والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات مسببا أمراض خطيرة منها النوم العميق ولذلك يسمي المرض بمرض النوم فمن الذي وجه الطفيل لمكان معيشته وما العوامل التي تدفعه للانقسام والتكاثر أنها مظاهر الإحساس التي لم يتم التعرف عليها حتى الأن. وجدير بالذكر الإشارة إلى وجود عدة أنواع من التريبانوسوما لكل منها عائلها الأساسي وعائلها الوسيط فمن الذي أوجد لديها خاصية التنوع وكيف يختار كل نوع ما يناسبه من عائل أساسي أو عائل وسيط أنها قدرة الله التي تمكنه من الإحساس لاختيار ما يناسب حركته واستمرار حياته.

من الأوليات الأخرى التي نشير اليها في ذلك الصدد المثقبات(foraminifera) وهي مجموعة قديمة من الأوليات التي تنتمي إلى جذريات الأرجل هي الأوليات ذات الأقدام الصدفية والتي توجد فى كل المحيطات مع وجود عدد قليل منها يعيش في الماء قليل الملوحة. وتعيش معظم المثقبات على قاع المحيط فى أعداد لا حصر لها، ولعلها تشكل أكبر كتلة حيوية بين المجموعات الحيوانية على الأرض، ومعظم قشور المثقبات عديدة الحجرات وتتكون من كربونات الكالسيوم. وإن كانت أحياناً تستخدم السليكا والطمى ومواد أخرى. وتمتد من هذه القشور أقدام كاذبة رفيعة تمتد من خلال ثقوب القشرة ثم تتفرع وتجرى معاً لتكون شبكة بروتوبلازمية ولذلك يطلق عليها الأقدام الشبكية(reticulopodia) وهي التي توقع الفريسة فى شراكها وهكذا تمسك بالفريسة وتهضمها ثم يعقب ذلك حمل نواتج الهضم إلى الداخل بفعل سريان البروتوبلازم وتعتبر دورة الحياة فى المثقبات معقدة، لاحتوائها على العديد من المراحل عديده، وتبادل أجيال ذوات عدد فردى وعدد مزدوج من الكروموسومات (شكل ٣١)[١-٣].

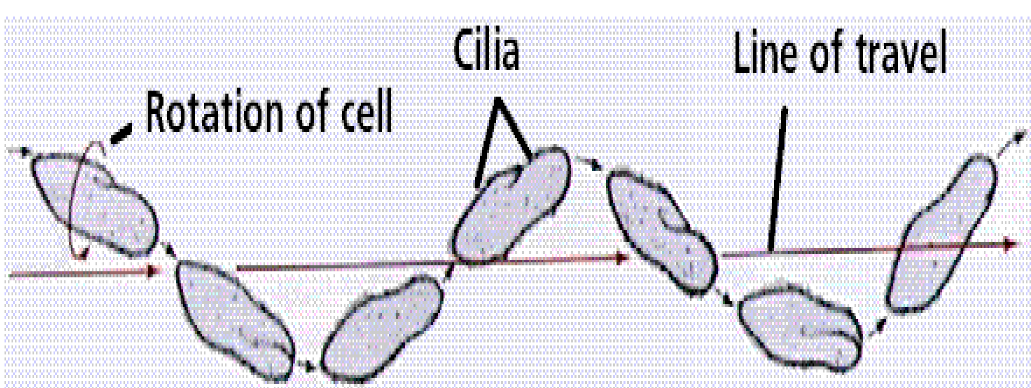
قائمة الأشكال



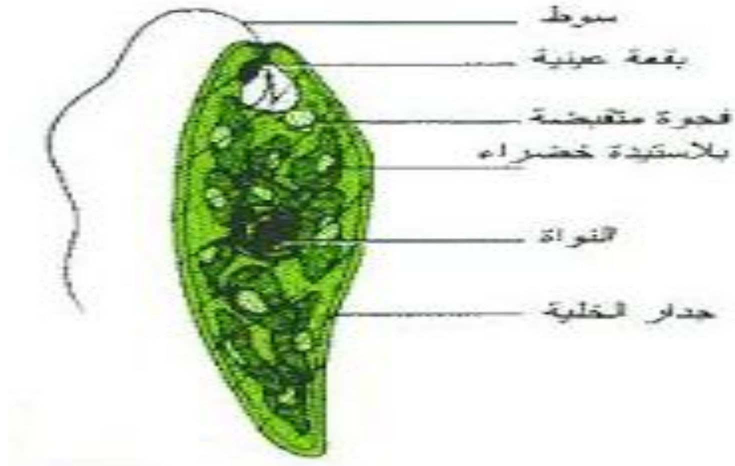
شكل (٢٦): الأميبا



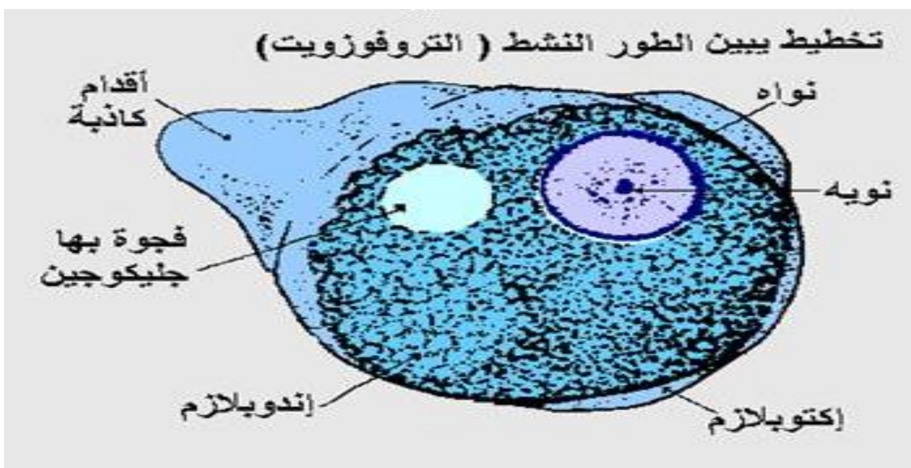
شكل (٢٧): منظر جانبي لحيوان البراميسيوم



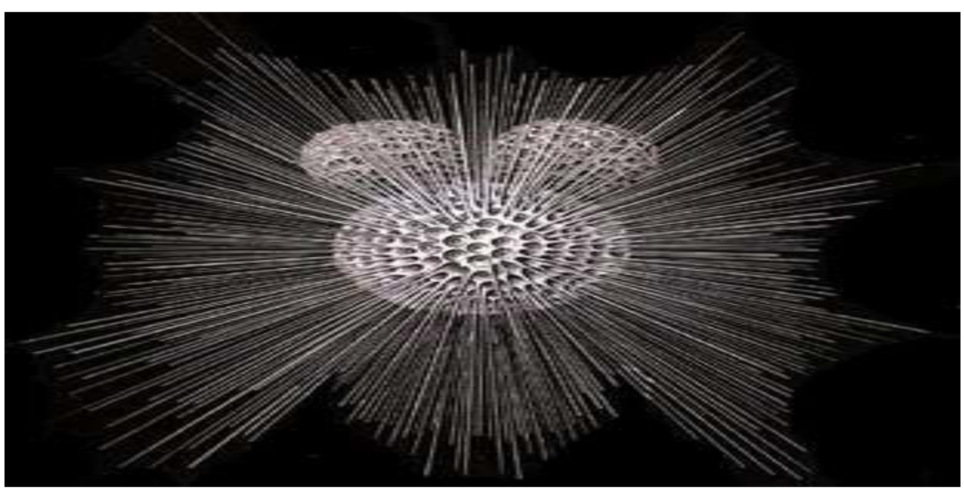
شكل (٢٨): الحركة في البراميسيوم



شكل (٢٩): منظر جانبي لحيوان اليوجلينا



شكل (٣٠): منظر جانبي لحيوان الانتاميبا هستولوتيكا



شكل (٣١): المثقبات

الفصل الثاني

الجهاز العصبي وأعضاء الحس في اللافقاريات Nervous system invertebrate

تشتمل الحيوانات اللافقارية على مجموعات كثيرة من الحيوانات المتنوعة الأشكال والأحجام وطرق المعيشة فالبعض منها يعيش في الماء مثل الربيان والأخطبوط ونجم البحر والبعض منها يطير في الهواء مثل الكثير من أنواع الحشرات والبعض الأخر يعيش داخل الطمي والطين مثل ديدان الأرض. وعلى الرغم من هذا التنوع الهائل بين الأنواع التي تنتمي لتلك المجموعة من الحيوان ألا ان جميعها تجمعها خاصية واحدة ألا وهي عدم وجود العمود الفقاري أو الحبل الظهري. بعض اللافقاريات يغطي جسمها أعضاء صلبة، وبعضها الآخر له تراكيب داخليةٌ تدعم جسمه، وبعضها يتنفس الأكسجين الذائب في الماء وبعضها يتنفس الهواء الجوي وبعض الفقاريات ضار ينقل الأمراض أو يسببها والبعض الأخر نافع للحياة لا نستطيع الاستغناء عنه. وتصنف الفقاريات في ثماني مجموعات أو شُعب جميعها لديها نوع من التنظيم العصبي ولكنه بدرجات من التخصص ويتوقف ذلك التفاوت على عوامل عديدة من أهمها التناظر الجسماني ووسيلة المعيشة وسوف نستعرض فيما يلي أهم الملامح التطورية في الجهاز العصبي لبعض من هذه الشعب إجمالا وليس تفصيلا لأن الأمر واسع يتطلب حيزا أوسع في جزء خاص بذلك.

الإسفنجيات: porifera

لا تملك الإسفنجيات جهازاً عصبياً أو خلايا متخصصة في نقل الإشارات العصبية (شكل ٣٢ و٣٣).

اللواسع (الجوفمعويات) Coelentrata:

اللاسعات هي شعبة من شعب الحيوانات، حيث تضم حوالي عشرة آلاف نوع من أنواع الحيوانات المختلفة، وتكثر الحيوانات التي تنتمي إلى هذه الشعبة من المملكة الحيوانية في البيئات المائية البحرية، وقد اشتقّ اسمها هذا من كونها تتميّز بأنّ لها عُضيات لاسعة، ومن أبرز وأهمّ الحيوانات التي تنتمي إليها المرجانيّات، وقنديل البحر، وشقائق النعمان، وأقلام البحر، ودبور البحر، وثالوث البحر. من أبرز الخصائص التي تمتاز بها اللاسعات أنّها تحتوي على الخلايا اللاسعة، وأنّ أجسامها تتألف من طبقتين خلويّتين إحداهما خارجيّة وتدعى بالأكتوديرم، والثانية داخلية وتدعى بالأندوديرم، حيث تنفصلان عن بعضهما البعض بمادّة هلاميّة، كما تحتوي أجسام اللاسعات على تجويف رأسيّ هو الجوفمعوي، ومن هنا فقد كان يطلق عليها قديماً اسم الجوفمعويات. للاسعات أهمّيّة عظيمة جداً كونها تساعد على تنظيف قيعان المحيطات، كما أنّ حفريات الشعب المرجانية قادرة على توفير الأدلة والقرائن للجيولوجيين والباحثين المعنيّين بالبحث عن أماكن تواجد النفط، بالإضافة إلى أن هناك فئة من الشعب المرجانية قادرة على إفراز السموم التي بمقدورها التأثير على

الأعصاب، والتي تساعد في إجراء الأبحاث الخاصة والمتعلقة بالأجهزة العصبية. في بعض اللاسعات مثل الهيدرا واللواسع الأخرى، يوجد جهاز عصبي" شبكي" بسيط للغاية يتكون من خلايا عصبية منتشرة في الجسم. لا توجد عقيدات عصبية أو ترويس أو مخ أو مناطق مركزية.لا توجد في الجوفمعويات ناقلات عصبية كيماوية في الشتبكات العصبية ولكن يوجد سيّال عصبي كهربي فقط. وتقوم الخلايا العصبية بنقل السيّالات في اتجاهين متعاكسين ويمكن إثارتها في أي جزء من جسم الحيوان كما تقوم الشبكة العصبية في الهيدرا ببعض الوظائف المعقّدة نسبياً الرغم من بساطة تركيبها وعدم وجود مخ. بعض اللواسع لديها نوع من المركزية العصبية ففي بعض أنواع قناديل البحر مثلاً توجد كتل من الخلايا العصبية الحسيّة على حواف القنديل، كما توجد ايضاً وممرات عصبية تنتشر من خلالها إشارات خاصة ببعض الأنشطة مثل السباحة. وبدراسة كيفية عمل الجهاز العصبي في الجوفمعويات يمكنا التعرف على نوعية التنظيم العصبي في اللافقاريات، ففي الهيدرا مثلا يمكننا التعرف علي كيفية حدوث التنظيم العصبي الأولي. فعند اللمس للمس المفاجئ تستجيب الهيدرا بأشكال متنوعة ويعود هذا لامتلاكها جهاز عصبي مكون من شبكة من الخلايا العصبية التي تنتشر عبر أجزاء الجسم. تتصل الخلايا العصبية بزوائدها التشجيرية ببعضها مكونة شبكة عصبية. وفي الجوفمعويات تتصل الخلايا الحسية اللاسعة من جهة بالخلايا العصبية وتتصل الخلايا العصبية من جهة أخري بالخلايا اللاسعة مكونة ابسط قوس عصبي، وعن طريقه يتم استقبال التنبيه او التأثير، عن طريق الخلايا الحسية، ومنها ينتقل إلى الخلايا العصبية المتصلة بها، ثم إلى الخلايا العضلية، حيث تحدث الاستجابة بانكماش جسم الهيدرا، أو لوامسها (شكل ٣٤).

الحلقيات: Annelida

تبدي دودة الأرض استجابة واضحة للمؤثرات المحيطة فتنجذب نحو الطعام وتبتعد عن المواد الضارة، وتنسحب، وتدفن نفسها في التراب في حالة تسليط ضوء شديد عليها، وترجع هذه الانفعالات إلى الرقي والتعقيد في الحواس، والجهاز العصبي لها. يتكون الجهاز العصبي في دودة الأرض من التالي:

١-عقدة دماغية مزدوجة فوق بلعومية تمتد منها حلقة حول بلعومية تلتقي تحت البلعوم بالعقدة العصبية.

٢-عقدة عصبية تحت بلعومية.

٣-حبل عصبي بطني مزدوج عليه عقد عصبية صغيرة (عقدة في كل حلقة).

٤-أعصاب تخرج من العقدة الدماغية، والعقدة العصبية تحت البلعومية تمتد نحو الحلقات الأربع الأولى، في حين تستمد الحلقات التالية أعصابها من عقد الحبل العصبي الذي يستمر امتداده للخلف، ويخرج من كل عقدة زوج من الأعصاب، تتفرع إلى فرعين، أحدهما يتوزع على الناحية البطنية والآخر على الجانب وعبر حواجز

الحلقات تتشابك الأعصاب مكونة شبكة من الخيوط العصبية حيث تمكن الدودة من التفاعل مع المؤثرات البيئية المختلفة. لا حظ الشكل (٣٥) وتعرف على مكونات الجهاز العصبي في دودة الأرض.

المفصليات: Arthropods

تعتبر شعبة المفصليات أكبر شعب المملكة الحيوانية حيث تضم حوالي ٨٠٪ من الأنواع التي تشملها هذه المملكة وسميت المفصليات بهذا الاسم لأن الجسم فيها يتركب من مجموعة من الحلقات (segments). تحمل حلقات الجسم زوج أو أكثر من الزوائد المفصلية (jointed appendages)، وجنين المفصليات يمتلك على كل حلقة من حلقات الجسم زوج من الزوائد على هيئة براعم عدا الحلقة الأولى والأخيرة ولكن خلال النمو يختفي العديد من هذه الزوائد. وفي الطور البالغ فإن عدد الزوائد يختلف اختلافا بيناً (حتى داخل الطائفة الواحدة) حيث تظهر بمظاهر مختلفة وتقوم بوظائف مختلفة على أجزاء الجسم، وعلى الرغم من اختلاف مظهر هذه الزوائد إلا أنها تنشأ بنفس الطريقة داخل المجموعة التقسيمية الواحدة ولهذا فهي متناظرة(homologous). وتتميز المفصليات بالعديد من الصفات منها وجود جهاز عصبي ذو حبل عصبي مزدوج على الناحية البطنية ويتصــل بالمــخ الظـهرية الموضـع ويتصــل الجـــهاز العصـبي بأعضــاء حــس(sense organs) متباينة مثل قرون الاستشعار والشعيرات الحسية على الجسم والمستقبلات الكيماوية الحسية والعوينات البسيطة والعيون المركبة وأعضاء السمع. متطورة ومتنوعة مما يمكن الحيوان من استقبال المؤثرات والإشارات البيئية بصورة تجعله دائما يقظا. وللمفصليات طرز سلوكية متعددة ومعقدة لتعدد النشاطات طبقا للمرعية العمرية ومنها القدرة على الدخول في طور الراحة أو الكمون أو بمعنى أخر المقدرة على الحفاظ على معدلات أيضية ضئيلة جدا بما يحافظ على حياة الحيوان في غير أوقات النشاط ولهذا تضرب المثل في تدبير أمور حياتها ومعاشها ومنها سهولة الاحتماء من التقلبات الطبيعية أو الهروب من الأعداء واستغلال مواقع بيئية متعددة ومن المعلوم فسيولوجيا ان الفعل العضلي يعد أكثر كفاءة في الأحجام الصغيرة لقلة تأثير الجاذبية الأرضية نسبة لخفته حيث تيسر الانتشار بفعل الرياح أو العوامل الأخرى.

تشتمل شعبة المفصليات على آلاف الأنواع من الحيوانات والتي يمكن تصنيفها إلى أربعة طوائف – عديدات الأرجل – القشريات – الحشرات – والعناكب – والعقارب. بالإضافة إلى العديد من الصفات التطورية القوية في أفراد هذه الشعبة يتميز افردها بوجود جهاز عصبي وأعضاء حسيه متطورة مقارنة بغيرها من الحيوانات ففي الحشرات كما في غيرها من الأنواع الأخرى يوجد اتصال قوي بين الجهاز العصبي وأعضاء الحس المتطورة التي تتأثر بالمنبهات الخارجية المستمدة من البيئة وبين الأعضاء الداخلية مؤدية إلى استجابة الحشرة لهذه المنبهات بطريقة متوازنة. للحشرات جهاز عصبي متطور للغاية يمكن تقسيمه إلى حبلين من الأعصاب يمتدان بطول كل الجسم، والمخ الذي يجمع كل المعلومات من جميع الأعضاء الحسية. يحتوي

الرأس والذي يتألف من ستة عقل ويوجد به ستة أزواج من الكتل العصبية، وتلتحم الأزواج الثلاثة الأولى منها بالمخ بينما تلتحم الثلاثة الأخرى بالكتلة العصبيّة المريئيّة. بلإضافة إلي ما تقدم تمتلك الحشرات كتلة عصبية واحدة على كل جهة من أقسام الصدر المختلفة والتي تتصل ببعضها لتشكل زوجا من الكتل العصبية تتوزع بمعدل زوج واحد للقسم. ويظهر هذا التقسيم أيضا في البطن ولكن في الأقسام الثمانية الأولى منه ونتيجة لهذا الدمج تمتلك العديد من فصائل الحشرات أعداداً أقل من الكتل العصبية مما هو مألوف عادةً، وذلك يعود إما لاتحادها مع بعضها أو لتناقصها؛ فالبعض من فصائل الصراصير تمتلك ستة كتل عصبية فقط في البطن، بينما يمتلك الدبور الأوروبي كتلتين فقط في الصدر وثلاثة في البطن، كما أن فصائل أخرى مثل ذبابة المنزل تمتلك جميع الكتل العصبية متحدة في كتلة عصبيّة صدريّة كبيرة. وحتى فترة قريبة جدا، لم يكن أحد بعد قد وثّق وجود الخلايا العصبية التي تحدد وتنقل الشعور بالألم لدى الحشرات. هذا وقد استمر ذلك لفترة طويلة حتي تم التعرف علي صحى الفرضية السابقة والتي كانت تقضي بأن الحشرات تتألم أو على الأقل تشعر بالألم. وسوف نستعرض فيما يلي اهم أجزاء الجهاز العصبي في الحشرات.

أولاً: الجهاز العصبي المركزي: Central Nervous System

في المفصليات كغيرها من الحيوانات المتطورة يتكون الجهاز العصبي المركزي (شكل ٣٦)، وهو بطني الموضع ويتكون من العقد العصبية (ganglia) التي تتصل ببعضها بواسطة أحبال طولية تعرف بالروابط (connectives) وأحبال مستعرضة تعرف بالموصلات (commissures). وفي كثير من الحالات تلتحم العقد العصبية لعقل الجسم المتجاورة وتتجمع مكونة مراكز عصبية (ganglionic centers) ويلاحظ ذلك في الرأس والذي يحتوي علي زوج من هذه المراكز بصفة دائمة هي المخ والعقد تحت المريئية. وتتفاوت درجة هذا التجمع في العقد الصدرية والبطنية باختلاف الحشرات. وينقسم الجهاز العصبي المركزي على أساس درجة تجمع العقد العصبية إلى ثلاثة أجزاء هي: **المخ أو الدماغ، والعقد تحت المريئية، والحبل العصبي البطني.** وسوف نستعرض فيما يلي اهم الموصفات لهذه الأجزاء.

الدماغ Brain:

ويقع فوق مقدم المريء ويعتبر المركز العقدي الظهري للرأس ويتركب من اندماج الثلاثة أزواج الأولى من القطع العصبية للجنين وينقسم إلى ثلاث مناطق وهي:

أ- المخ الأول protocerebrum: وتتركب هذه المنطقة من جزئيين، الخارجي ويسمى **العقدة العينية (optic ganglion)** والداخلي ويسمى **الفص البصري optic lobe** ويخرج من المخ الأول أعصاب العيون.

ب- المخ الثاني deutocerebrum: وتخرج منه أعصاب قرون الاستشعار.

جـ- المخ الثالث (trito cerebrum): ويخرج منه زوج من الأعصاب تصل المخ بالعقدة تحت المريئية يعرف كل منها بالموصل حول المريء circum esophageal c. ويخرج منه كذلك أعصاب أخرى تصله بالجهاز الحشوي وكذلك الشفة العليا.

وظائف المخ:

يقوم المخ بالعديد من الوظائف هو المسؤول عن التوجيه orientation والتوافق في سلوك الحشرات. ويؤدي المخ هذه الوظائف إما عن طريق بتنبيه أو تعطيل بعض الانعكاسات العصبيةومما يدل علي ذلك إذا أزيل مخ فراشة دودة الحرير ثم لمست نهاية البطن فإنها تقوم بوضع البيض بصفة ممتدة حتى قبل حدوث تلقيح الفراشات ولكن في حالة وجود المخ لا يوضع البيض بمجرد لمس نهاية البطن ولا يوضع أيضاً قبل حدوث عملية التلقيح. ومن وظائف المخ ايضاً السيطرة على الانقباض الجزئي للعضلات مما يعمل على حفظ التماثل الجانبي للجسم ويحافظ كل من نصفي المخ على حالة التماثل هذه في الجانب الذي يقابله من الجسم فإذا أُتلف أحد نصفي المخ أدي ذلك إلى ارتخاء عضلات الجانب المقابل له مما يؤدي إلى سير الحشرة في شكل دائرة أو بحركة تشبه حركة السيرك (شكل ٣٧ و ٣٨).

العقد تحت المريئية Suboesophageal ganglion:

وهي عبارة عن المركز العقدي البطني للرأس وتتكون من اندماج العقد العصبية لعقل اللحىّ، والفكوك، والشفة السفلى، وتخرج منه أعصاب مزدوجة تغذي الزوائد المقابلة لها. وتقوم العقدة تحت المرئية بالعديد من بالوظائف فهي مراكز في العقد الصدرية. فإذا أزيل المخ والعقدة العصبية تحت المريئية وذلك بقطع الرأس في حشرة فرس النبي تبطئ حركة الحشرة وتصبح في حالة شبه الموت أو الكسل ولكن إذا أزيل المخ فقط فإن الحشرة لا تهدأ عن الحركة إطلاقاً وتسير لمسافات طويلة. وللعقد تحت المرئية في حشرة فرس النبي تأثير مثبط على لعض النشاطات العصبية ومنها التزاوج. ففي الذكور يؤدي وجود العقد تحت المريئية الي الحد من عمليات التزاوج مع الإناث ولكن عند إزالتها يؤدي إلى تكرار وزيادة عملية التزاوج.

٣-الحبل العصبي البطني: Ventral nerve cord

يشتمل الحبل العصبي البطني على سلسلة من العقد العصبية تقع في قاع الصدر والبطن تتصل ببعضها مكونة سلسلة طولية عن طريق زوج من الروابط ينشأ من الحافة الخلفية للعقدة تحت المريئية. وتقع بكل عقلة من عقل الصدر إحدى العقد الثلاث الأولى وتعرف بالعقد العصبية الصدرية (thoracic ganglia) بينما يقع الباقي في البطن وتعرف بالعقد البطنية (abdominal ganglia) وتنظم العقد الصدرية أعضاء الحركة حيث يخرج من كل عقدة زوجان من الأعصاب الرئيسية يغذي أحدهما عضلات العقلة عامة بينما يغذي الآخر عضلات الأرجل، وفي كل من العقلتين الصدريتين الوسطى والخلفية يوجد زوج إضافي من الأعصاب المسؤولة

عن تنظيم حركة الأجنحة وقد تلتحم عقد الصدر الثلاثة مع العقد البطنية مكونة مركزاً عقدياً صدرياً كما في بعض الحشرات ذات الجناحين، أما العقد البطنية فتختلف في عددها باختلاف الحشرات وهي لا تزيد عن ٨ عقد كما في الحشرات ذات الذنب الشعري، ولكن في معظم الحشرات يقل العدد عن ذلك كما في الصرصور الأمريكي، وغالباً ما تندمج عقدة العقلة البطنية الأولى مع عقدة الصدر الخلفي، كما أن العقدة الطرفية دائماً ما تكون مركبة وتعتبر مركزاً عقدياً يتكون من اندماج ثلاثة عقد على الأقل، ويخرج من كل عقدة بطنية زوج من الأعصاب الرئيسية تغذي عضلات العقلة التي توجد بها.

ثانياً: الجهاز العصبي الحشوي Visceral nervous system:

ويشتمل هذا الجهاز الأعصاب الجشوي علي الأعصاب التي تمد الأحشاء الداخلية ذات الحركة اللاإرادية ويطلق عليه أيضاً الجهاز العصبي السمبثاوي Sympathetic N.S. وينقسم هذا الجهاز إلى الجهاز السمبثاوي المرئي أو الفمي المعدي، الجهاز السمبثاوي البطني، الجهاز السمبثاوي الخلفي.

الجهاز العصبي السمبثاوي المريئي (الفمي المعدي.oesophageal sympathetic N.S):

يتصل هذا الجهاز السمبثاوي الميئي مباشرة بالمخ، ويمد المعي الأمامي والوسطي والقلب وبعض الأعضاء الأخرى بالأعصاب، ولذلك يطلق عليه أيضاً الجهاز السمبثاوي الفمي المعدي. وهذا الجهاز ظهري في موضعه إذ يقع فوق المعي الأمامي وعلى جانبيه، ويظهر التركيب النموذجي لهذا الجهاز حيث يتركب من العقدة الجبهية (frontal ganglion)، وهي عقدة مثلثة صغيرة فوق المريء أمام المخ ويخرج منها إلى الأمام عصب جبهي (frontal nerve) ويخرج من كل جانب عصب يعرف بالجذر الجانبي (lateral root) يصل العقدة الجبهية بالمخ الثالث كما يخرج من هذه العقدة أيضاً إلى الخلف عصب راجع (recurrent nerve) يمتد على طول الخط الأوسط للمريء ماراً تحت المخ وتحت الأورطي مباشرة حيث يتفلطح خلف المخ بقليل مكوناً العقدة تحت المخية (hypocerebral ganglion) ثم يترك هذا العصب العقدة تحت المخية خارجاً من الرأس ممتداً إلى الخلف في صورة عصب وسطي أو زوج من الأعصاب الجانبية حتى الجزء الخلفي من المعي الأمامي حيث ينتهي هو أو كل من فرعيه بالعقدة المعدية (somatic ganglion) وتمد هذه العقدة الجزء المجاور من المعي الأمامي والوسطي بالأعصاب. يوجد خلف المخ مباشرة وفوق المريء زوج من العقد المريئية (oesophageal gangalion)، يعرفان أيضاً بالأجسام القلبية (corpora cardiac) وتتصل كل منهما بالعقدة تحت المخية، كما أنهما تتصلان أيضاً بالمخ الأول. ويتصل كذلك بالأجسام القلبية زوج من الأجسام غير العصبية يعبها، بالأجسام الكروية(corpora allata).

الجهاز العصبي السمبثاوي البطن Ventral sympathetic N.S.:

يتركب هذا الجهاز عند تمام تكوينه من زوج من الأعصاب المستعرضة transverse sympathetic nervesيتصلا بكل عقدة من عقد الحبل العصبي، ويتصل كل زوج من هذه الأعصاب بالعقدة السابقة له بواسطة عصب وسطي طولي.

الجهاز العصبي السمبثاوي الخلفي Posterior sympathetic N.S.:

هو عبارة عن مجموعة من الأعصاب التي تخرج من العقدة المركبة الخلفية للحبل العصبي البطني والتي تمتد لتغذي كل من الجهاز التناسلي والجزء الخلفي من القناة الهضمية.

الجهاز العصبي السطحي Peripheral Nervous System:

وهو عبارة عن مجموعة الأعصاب الدقيقة المتشعبة من الجهازين العصبيين المركزي والسمبثاوي تحت طبقة البشرة الداخلية من جدار جسم الحشرة مباشرة أو على أسطح العضلات وجدار القناة الهضمية وجميعها تستمد بدايتها من العقد العصبية للحبل العصبي البطني وتمد أطراف الكثير منها شعيرات جدار الجسم فتكسبها حساسيتها.

الغدد الصماء Endocrine glands:

في المفصليات يمثل جهاز الغدد الصماء بعدة تجمعات خلوية منها:

١-الخلايا العصبية المفرزة في المخ: (neuro-secretory cells) وهي خلايا كبيرة وتوجد في المنطقة الوسطية على السطح الظهري للمخ، تفرز هذه الخلايا هرموناً يؤدي بطريقة غير مباشرة إلى الانسلاخ أو التطور.

٢- الأجسام القلبية: corpora cardiac تقع قريبة جداً من الأورطي خلف المخ تتصل كل منها بالمخ الأمامي عن طريق زوج من الأعصاب وبالعقد العصبية تحت المخية بحبل عصبي واحد.

٣- الأجسام الكروية: corpora allata تقع على جانبي الأجسام القلبية إلى أسفل وإلى الخلف قليلاً وتزود بألياف عصبية من المخ الأمامي وتخترق هذه الألياف العصبية الأجسام القلبية قبل أن تصل إليها. تفرز هذه الأجسام هرمون الطفولة (الشباب) الذي يعمل على إيقاف أو زيادة ظهور صفات البلوغ.

٤- حلقة فايزمان: (الغدة الحلقية) ring gland وهي تركيب يشبه الحلقة يحيط بالأورطي ويوجد في يرقات ذات الجناحين وخاصة في رتيبة سيكلورهافا، ويضم هذا التركيب الأجسام القلبية والأجسام الكروية والغدد حول القلبية.

٥- **غدد الصدر الأمامي: prothoracic glands** وهي عبارة عن زوج من التركيبات العنقودية الشكل توجد في الصدر الأمامي بالقرب من الثغر التنفسي الخاص بالصدر الأول وتوجد في حشرات معينة مثل الحشرات حرشفية الأجنحة في أطوارها غير البالغة وتفرز هذه الغدد هرمون الانسلاخ في تلك الحشرات.

هل الحشرات تتألم

نعم الحشرات تتألم لأن بها أجهزة عصبية (المركزي والسطحي الحسى والسمبثاوى) ولكن تتوقف درجة الألم على نوع وشدة المسبب. فمثلا عند رش الحشرات بأحد المبيدات التي تسبب صدمة عصبية نجد أن الحشرة تتألم بشدة مع حدوث مظاهر عديدة مصاحبة للآم ومنها الآم الموت أو الصرع، والتشنجات، والرعشات، والشلل التام وهذة الأعراض مشابهة تماما لما يحدث في الأنسان أو الثدييات العليا.

الحواس والاتصالات السلوكية في الحشرات:

وسائل الاتصالات في الحشرات وسائل ومتعددة ومتنوعة، ولهذه الوسائل دوراُ هام في حياة الحشرات فهي وسيلة الاتصال بين أفراد النوع. وقد تمتلك بعض الحشرات، عضوً حسي واحد وقد يحتوي البعض علي العديد من الأعضاء الحسية. ففي الظلام مثلا أو التزاحم في مساكنها أو اعشاشها يُلاحظ أن الحشرات ترسل رسائلها باللمس والشم، وبعض الحشرات كالنحل تستطيع أن ترى موجات الأشعة ما فوق البنفسجية أو تحدد أشعة الضوء المستقطب، والبعض الاخر مثل ملكات النحل، وفصائل الدبابير، والزنابير، تفرز كيماويات طيارة بالهواء تسمى الفورمونات تنشط أعضاء المستعمرة للعمل كوحدة واحدة، كما انها تعمل كجرس انذار ولو أقدمت حشرات غريبة على دخول المستعمرة مما يدفعهم لمهاجمتها الحشرة الغريبة وطردها او الفتك بها بسرعة.

ومن وسائل الاتصال ايضاً قدرة الذكور على تحديد فورمونات الأنثى بواسطة قرونها الاستشعارية من على بعد العديد من الكيلومترات. وتتبع الحشرات الاجتماعيّة مثل النمل وسائل مختلفة للتواصل مع بعضها، فعند البحث عن الطعام مثلا تقوم إحدى النملات الشغالة بإطلاق روائحها في خط سيرها لتتبعها الشغالات الأخريات مما يمكنهم من للعثور على مورد الغذاء والعودة به للعش، وفي حشرة نحل العسل تقوم الشغالة بعمل رقصات معينة لتشير إلى أماكن الطعام لزملائها التي تتجه إليه مهما كان بعيدا عن حتى ولو كانت المسافة على بعد عشرات الكيلومترات.

وعند دراسة حواس بطرق مستفيظة امكن التعرف علي وجود الحشرات علاقة عكسية بين حواس الرؤية، اللمس، والشم، فكلما كانت احد الحواس حادة وقوية تكون الحاسة الأخري ضعيفة وأقل في الأهمية بالنسبة للحشرة أي أقل حدة، فالحشرات ذات العيون المتطوّرة يكون لديها في العادة قرون استشعار بسيطة أو قصيرة والعكس صحيح. وهناك مجموعة من الآليات التي تميّز الحشرات بواسطتها الصوت، إلا أنها ليست مألوفة ومشتركة بين جميع الفصائل، إلا أن النمط العام يُظهر بأنه إن كانت الحشرة قادرة على إصدار الأصوات فهي

قادرة على سماعها أيضا إلا أن نطاق تلقيها للموجات الصوتيّة ضيّق جدا بحيث قد يكون مقصورا فقط على الموجات الصوتية التي يُصدرها النوع بنفسه دون أي أصوات أخرى. كذلك فإن بعض أنواع حشرات العث الليليّة قادرة على تلقّي الأصوات ما فوق السمعيّة التي تصدرها الخفافيش، وهي بهذا تستطيع أن تتفادى الافتراس؛ كما وإن بعض الحشرات المفترسة أو الطفيليّة قادرة على سماع الأصوات الخاصة بطريدتها أو مضيفتها، وللحشرات مصاصة الدماء بنية حسيّة خاصة تساعدها على تحديد الأشعة تحت الحمراء، وهي تلجأ إلى هذه الطريقة لتحديد موقع مضيفها.

كذلك تمتلك بعض اصناف الحشرات المقدرة على إدراك الأعداد، ففي أنواع الزنابير تقوم الأم بعد أن تضع بيضها بإحضار عدد من اليرقات الحيّة والتي تضعها بالقرب من كل بيضة على حدة كي تتغذى عليها الصغار عند الفقس. كذلك تقوم بعض الزنابير بتأمين طعام للصغارها، باعداد معينة من اليرقات، فبعضها يأتي دوما بخمسة يرقات والبعض الآخر باثنتي عشرة يرقة بينما يقوم البعض الآخر بتأمين ما يزيد على ٢٤ يرقة لكل خليّة على حدة، ويختلف عدد اليرقات التي تؤمنها الأم لتغذية الصغار باختلاف الفصيلة إلا أنه يكون هو دائما نفس العدد لجميع الصغار من الجنس الواحد. اما في الزنابير الانفرادية المنتمية لجنس "إيومنس" (Eumenes) فغالباً ما تكون الذكور أصغر من الأنثى، لذا فإن الأم من أي من الفصائل المنتمية لهذا الجنس تؤمن خمس يرقات فقط لصغارها الذكور، بينما تؤمن ١٠ يرقات لصغارها الإناث الأكبر حجما؛ وبعبارة أخرى فإن الأم قادرة على أن تميّز العدد ٥ – ١٠ لليرقات التي تعود بها لصغارها، كما أنها قادرة أيضا علي التعرف علي الخلايا تحوي ذكرا والاخري تحوي أناث.

بالنسبة للحشرات التي لا تعيش في مجتمعات فإن وسائل الاتصال لديها تظهر أهميتها في التزاوج والدفاع عن أنفسها كالصرصار، والجنادب، حيث يجذبون شريكهم بالأصوات ثم يحكون جزءا من أجسامهم مع جزء آخر لتوليد أصوات متكررة في فترة معينة يسمعها الذكور والإناث من خلال آذان خاصة تستطيع من خلالها ان تحس بأغاني ونداءات الآخرين والدعوة الوجهة اليها للتزاوج. وبعض الحشرات مثل البعوض يلتقط الأصوات بقرون استشعار،البعوض يلتقط رفرفة الإناث بقرون استشعار ذات الأهداب

الحشرات تولد الضوء

إن البعض من فصائل الحشرات كتلك المنتمية لعائلة الذباب الصغير، اليراعات، والخنافس من الحشرات مولدة للضوء على شكل ومضات ضوئية؛ ومنها ما يسمى بالضوء البارد. ويختلف الهدف من إصدار هكذا أضواء باختلاف الفصائل، فالبعض يستخدمها لجذب شريك بينما البعض الآخر يستخدمها لاستقطاب طريدة كيرقات ذُبيبات الفطر القاطنة للكهوف، فهذه الأخيرة تولّد ضوء وتستخدمه لجذب حشرات صغيرة إليها لتعلق الأخيرة بخيطان رفيعة من الحرير. تلجأ بعض أنواع اليراعات مثل تلك المنتمية لجنس "الأنثى القاتلة"

(Photuris) إلى تقليد الوميض الذي تصدره إناث فصائل أخرى من اليراعات لجذب شريك، وما أن ينجذب ذكر إليها حتى تفترسه. يختلف لون الضوء الذي تصدره الحشرات من الأزرق والأحمر. تستطيع معظم الحشرات، عدا بعض أنواع الجداجد القاطنة للكهوف، أن تميّز الضوء والظلام. والعديد من الفصائل تمتلك القدرة على أن تحدد أبسط التحركات معتمدة علي أعينها. وتتألف عين الحشرة من عيون بسيطة أو عُوينات بالإضافة لعينين مركبتين بأحجام تختلف باختلاف الفصيلة، ولذلك يستطيع الكثير من الفصائل أن يحدد الضوء في الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية كما الموجات الضوئية المختلفة للضوء المرئي.

الحشرات تصدر الأصوات:

الحشرات هي أولى الكائنات الحيّة التي أصدرت الأصوات وشعرت بها، وتقوم الحشرات بإصدار الصوت عبر حركة أليّة معينة لأعضاء ثانوية أو إضافية في مؤخرتها، وفي الجنادب والجداجد فإن هذا يتحقق عبر حف القدمين ببعضهما البعض مما يولّد صريرا. تعتبر الزيزان أعلى الحشرات صوتا لما تمتلكه من تحورات خاصة لجسدها وجهازها العضلي تمكنها من إصدار وتضخيم الأصوات، وفي بعض الفصائل كالزيز الإفريقي فإن مقياس صوتها بلغ قياسه ١٠٦.٧ ديسيبل من على بعد ٥٠ سنتيمترا . تستطيع بعض الحشرات مثل العثة البازية وفراشات العثه الأميركية أن تسمع الصوت فوق السمعي وبالتالي فهي تستطيع أن تتملص من الخفافيش عندما تشعر بدنوّها منها، وبعض أنواع العث تصدر أصوات فوق سمعية كان يُعتقد سابقا أن لها دور في تعطيل أو التشويش على نظام ارتداد الأصوات لدى الخفاش، ولكن أصبح من المعلوم الأن يُعرف الآن أنها تُصدر من قبل العث كتحذير للخفافيش،

تستخدم بعض فصائل الحشرات من قشريات الجناح، وغشائيات الأجنحة أصواتا خافتة جدا تصدرها بواسطة حركات أليّة من قوائمها عبر أجزاء ميكروسكوبية موجودة في تلك المناطق، كذلك تمتلك معظم الحشرات القادرة على إصدار الأصوات أعضاء سمعيّة تمكنها من التقاط الذبذبات وتجعلها قادرة على التقاط الأصوات المنقولة بالهواء. كذلك فأن لمعظم الحشرات القدرة على الشعور بالاهتزازات التي تنتقل عبر الطبقة الأرضية السفلى، ويعتبر هذا النوع من التواصل أكثر شيوعا بين الحشرات وذلك لأنه كي ينتقل الصوت بالهواء لمسافة بعيدة ينبغي أن يكون الحيوان على درجة معينة من الضخامة. لا تستطيع الحشرات أن تصدر أصواتا منخفضة التردد بفعالية، كما أن الأصوات العالية التردد تختفي وتتشتت في البيئات الكثيفة مثل بيئة النبات، لذا فإن تلك الحشرات التي تقطن هذه البيئات تميل لاستخدام الأصوات المنقولة بالاهتزازات عبر الأرض. تعتبر أليات إصدار الإشارات الاهتزازية متنوعة بدرجة كبيرة كالتنوع في الحشرات. كذلك تلجأ بعض فصائل الحشرات إلى الاهتزازات للتواصل مع أفراد من نفس الفصيلة واجتذاب شريك الحياة، كما تُستخدم هذه الطريقة أيضا للتواصل مع فصائل أخرى كما تفعل بعض أنواع النمل وبعض أنواع اليساريع. فبعض أنواع الحشرات تقوم بإصدار

لأصوات عبر أعضاء أخرى من جسدها، فصرصور مدغشقر يمتلك القدرة على أن يضغط الهواء عبر الفتحة التنفسية ليصدر صوتا شبيها بالهسهسة، وكذلك تفعل الفصائل المختلفة من عثة رأس الموت البازية الفم التي تصدر صوتا شبيها بالصيئ عبر إخراج الهواء من بلعومها.

التواصل الكيميائي:

بالإضافة إلى استخدام الصوت كوسيلة للتواصل، كما تقدم سابقا، فإن طائفة واسعة من الحشرات تستخدم الرسائل الكيميائية كوسيلة للتواصل مع بعضها البعض. تُشتق المواد الكيميائية التي تفرزها الحشرات من أيض النبات. تستخدم الحشرات التوصل الكيميائية لعدة أغراض اجتذاب شريك، أو إبعاد منافس، أو إرسال معلومات للتواصل مع أفراد من نفس الفصيلة أو فصائل أخرى من الحشرات.

الرخويات: Mollusca

تشمل الرخويات على نحو. ٤٥.٠٠٠ نوعاً من الحيونات البعض منها صغير الحجم والبعض كبير جدا يصل إلي عدة أمتار. الجهاز العصبي في الرخويات عبارة عن حلقة حول مريئية قد تتكثف في كتلة مركزية من النسيج العصبي تحتوي على عقد عصبية مخية وجانبية، يمتد منها حبال قدميه وعرى حشوية (شكل٣٩).

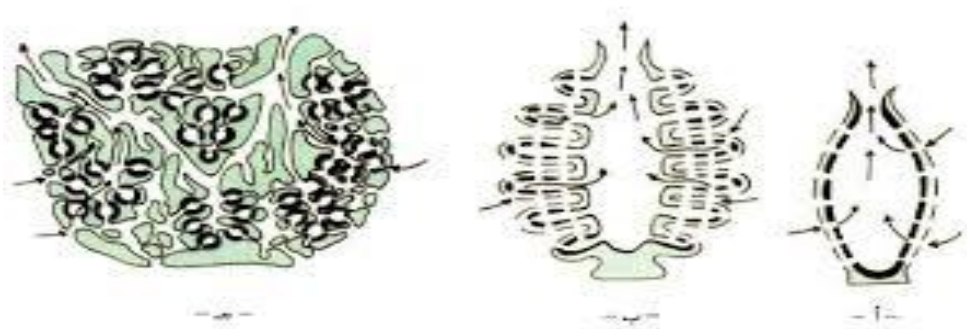
الجلد شوكيات (شوكيات الجلد): Echinodermata

في الشوك جلديات أو الجلد شوكيات مثل نجم البحر لديها جهاز عصبي شعاعي، يتكون من حلقة عصبية دائرية تحيط بالقرص الفمّي. تخرج من الحلقة العصبية ألياف عصبية شعاعية تمتد في الأقدام الأنبوبية ثم تتفرع لتكوّن شبكات عصبية. تقوم هذه الشبكات بتنسيق حركة الأقدام، ونُمكّن الحيوان من الحركة في جميع الاتجاهات [٤-٧] (شكل ٤٠).

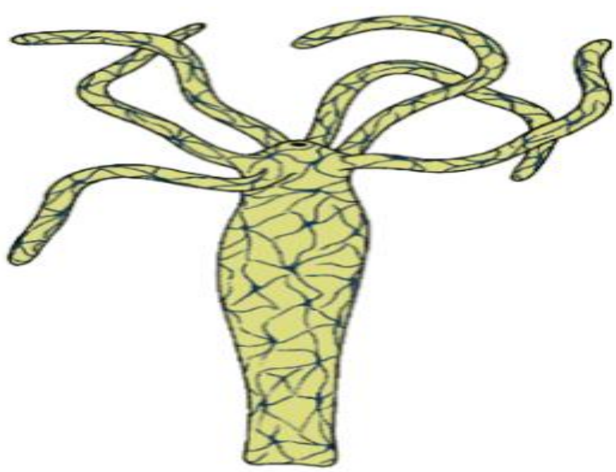
قائمة الأشكال



شكل (٣٢): حيوان الأسفنج



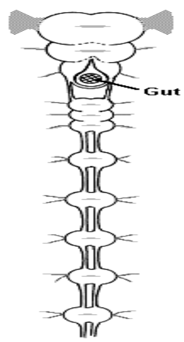
شكل (٣٣): الطرز المختلفة للإسفنج



شكل (٣٤): الجهاز العصبي في حيوان الهيدرا



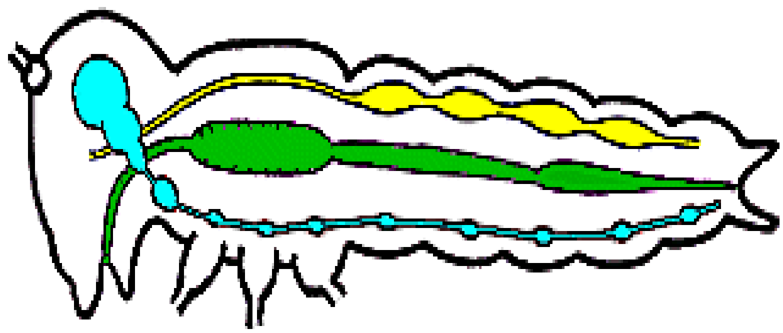
شكل (٣٥): الجهاز العصبي في الحلقيات



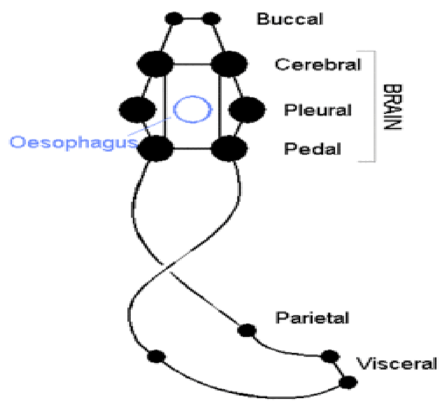
شكل (٣٦): رسم تخطيطي يبين الجهاز العصبي المركزي في الحشرات



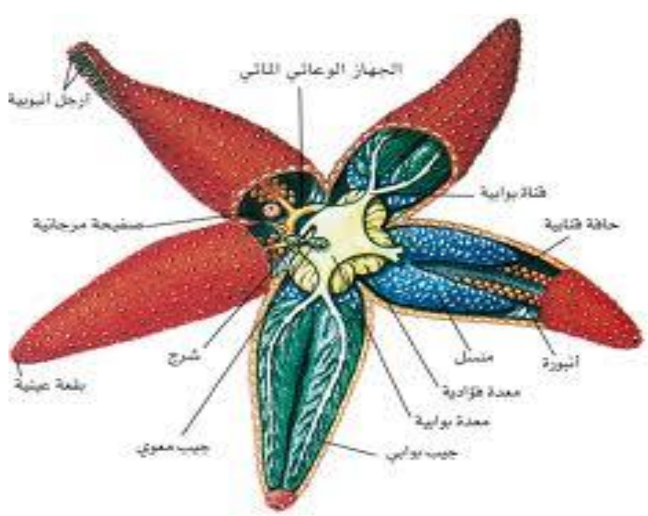
شكل (٣٧):توليد الضوء في بعض الحشرات



شكل (٣٨): منظر عام يبين تركيب الجهاز العصبي في الحشرات



شكل (٣٩): منظر عام يبين تركيب الجهاز العصبي في الرخويات



شكل (٤٠): منظر عام يبين تركيب الجهاز العصبي في الجلد شوكيات

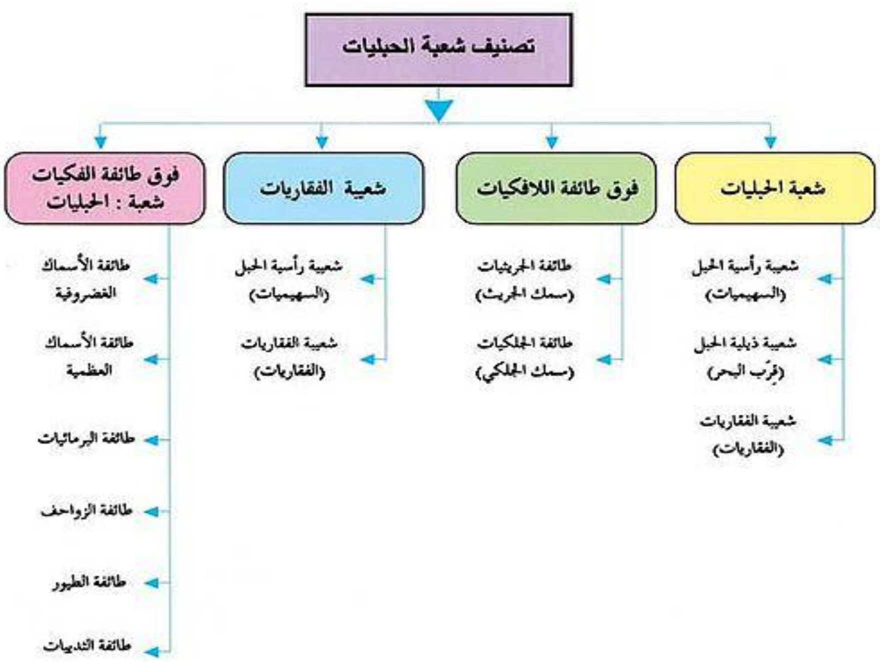
الفصل الثالث

الجهاز العصبي وأعضاء الحس في الفقاريات

Vertebrates Nervous system and Since organs

الفقاريات: Vertebrate

مقدمة: الفقاريات وهي شعيبه من الحيوانات لها عمود فقري وجمجمة، وتشتمل على الغالبية العظمى من شعبة الحبليات إذ يصل عدد أفرادها نحو ٦٤,٠٠٠ نوع ذات أحجام وأشكال وصفات مورفولوجية وتشريحية مختلفة وأصغر أنواع الفقاريات حجما هو أحد أنواع الضفادع (Paedophryne *amauensis*) والذي يبلغ حجمه ٧.٧ ملم، وأكثرها طولا وحجما الحوت الأزرق والذي يصل حجمه إلى ما يقرب من ٣٣ مترا. تشكل الفقاريات حوالي ٤٪ من مجموع أنواع الحيوانات؛ ولمعظم الفقاريات عمود فقاري مكون من عظام تسمى فقرات. وتتميز كل الفقاريات بجسم ثنائي التماثل، وهذا يعني أن الجانب الأيسر من جسمها يشابه جانبها الأيمن. ويقسم جسم الفقاريات عادة إلى رأس وعنق وجذع. وتشمل الفقاريات على مجموعة من الحيوانات يطلق عليها اللافكيات ومجموعة أخري يطلق عليها الفكيات، والتي تشمل الأسماك الغضروفية وال أسماك العظمية. والبرمائيات، الزواحف، الثدييات، والطيور ويطلق على الأربعة مجموعة الأخيرة رباعية الأرجل. تختلف الحيوانات الفقارية من حيث شكلها، وبنيانها، وأعضائها، وأنسجتها، ومحتوياتها البيوكيميائية، اختلافاً كبيراً طبقا للوظائف الحيوية التي تقوم بها هذه الأعضاء، والتي توفر للحيوان سبل العيش والتكيف مع البيئة التي يحيا فيها، والوظائف التي تتطلبها مقومات حياته.



الإحساس في بعض الحيوانات الفقارية:

تمتلك الحيوانات الفقارية من أسماك وبرمائيات وزواحف وطيور وثدييات خلايا عصبية وجهازًا عصبيًا متطوراً، يشبه من حيث الشكل والحجم ذلك الذي لدى الإنسان. ويدل كبر حجم الدماغ وهي مكونات الجهاز العصبي على أهمية ذلك الجزء للحيوان. كما نلاحظ أيضا كبر بعض أجزاء الدماغ في بعض الفقاريات وصغرها في البعض الأخر مما يدل علي أهمية هذا الجزء في حياة الحيوان، ففي الكلاب مثلاً نلاحظ أن منطقة الشّم تحتل مكانة أكبر من مثيلتها عند الإنسان، وفي الأنسان الذي ميّز الله باعلي غيرة من الكائنات بالعقل الراجح يتميز الدماغ بكبر حجم ومساحة القشرة المخية وهي الجزء الخارجي من الدماغ حيث تبدو القشرة المخية كبيرة ومتطورة وذلك لأهميتها في تنسيق المهارات المعقدة، مثل التحكم في حركة الجسم وتعلم اللغات. وسوف نستعرض فيما يلي تركيب الجهاز العصبي وبعض المظاهر السلوكية في بعض الحيوانات الفقارية التي تنتمي لشعبة الحبليات.

الأسماك:

السمك أو الأسماك هي من الحيوانات الفقارية ذوات الدم البارد التي تعيش في الماء، والأسماك متعددة في الأحجام والأنواع والأشكال إذ تبلغ أعدادها أكثر ٢٧٠٠٠ نوع مما جعلها أكثر الفقاريات تنوعاً. ومن مميزات الأسماك وجود الحراشف والزعانف الخياشيم والتي تمثل عضو التنفس في الحيوان. وتشترك جميع الأسماك في صفتين رئيسيتين هما وجود عمود فقري، والتنفس عن طريف الخياشيم. والأسماك من الحيونات ذوات الدم البارد، أي أنها غير قادرة على تنظيم درجة حرارة الجسم التي تتغير ً لدرجة حرارة الماء المحيط بها. وإضافهاإلى ذلك فللأسماك كلها تقريباً زعانف تستخدمها في السباحة حيث تكتسب الغالبية العظمي من الأسماك قوة دفع بهز زعانفها الذيلية من جانب لآخر بينما تثني بقية الجسم يمنة ويسرة بالتبادل. وتعتمد الأسماك على حركة الذيل لدفعها بقوة للأمام. لا توجد في عيون الأسماك جفون ولذا لا يمكنها إغلاق عيونها أثناء النوم غير أنة من المحتمل ألا تكون السمكة النائمة واعية بالمنبهات الواردة إلى عينها. وتنام بعض الأنواع الأخري في وضع أفقي حينما تكون في وسط الماء وتعيش معظم الأسماك معاً في مجموعات. وعلي الرغم من هذا التماثل أو التشابه بين الأسماك الا ان هناك الكثير من التنوعات بين الأسماك، فالأسماك متنوعة المعيشة فبعضها يعيش في الماء العذب مثل البحيرات والأنهار والبعض الأخر يعيش في المياه المالحة في البحار والمحيطات. والبعض الأخر يفضل العيش في المياة قليلة الملوحة كمناطق التقاء البحار بالأنهار. كما تتنوع الأسماك ايضا من حيث الوزن والطول فبعض الأسماك تكون صغيرة الوزن وبطول ١ سم أو أقل وبعضها الأخر طويلة قد يصل طولها إلى ١٥ متراً ووزنها إلى ١٥ طناً كما في سمك القرش. ولا يقتصر تنوع الأسماك علي المعيشة والحجم بل يمتد التنوع ليشمل أيضا شكل واللون فبعض الأسماك تشبه في شكلها كتلة الصخر، والبعض الآخر

الديدان الملتوية. وقد يبدو البعض ذو أجسام مفلطحة مثل الفطائر، والبعض الأخر تنتفخ أجسامها كالبالوناتي. وللكثير من الأسماك ألوان بديعة كألوان الطيور الزاهية. وتشكِّل ألوانها الحمراء والصفراء والزرقاء والأرجوانية الغنية مئات الأنماط الجميلة من خطوط وأشرطة مزركشة وبقع ملونة. كما يمتد التنوع في الأسماك أيضا ليشمل مصادر الغذاء فقد تتغذّى الأسماك علي المحار، والديدان المائية، والأسماك الأخرى، والنباتات المائية كالطحالب وبعضها الآخر مترمم التغذية أي يعتمد في غذائة علي الأجسام الميتة للأسماك والحيوانات الأخرى.

الجهاز العصبي في الأسماك:

في الأسماك الغضروفية ككلب السمك يحتوي الرأس على مخ، يحتوي على فصين شميين (olfactory lobes)، وفصيين بصريين (optic lobes)، ومخيخ (cerebellum)، ونخاع مستطيل (medulla oblongata)، والتي تصل المخ بالحبل الشوكي والذي يمتد علي شكل أنبوبة طويلة مفلطحة ذات قناة مركزية. يخرج من الحبل الشوكي أعصاب شوكية، كما يخرج من المخ أيضا عشرة أزواج من الأعصاب المخية (شكل ٤١).

بعض المظاهر السلوكية في الأسماك.

السمات الشخصية:

قد يتمكن العديد من الأشخاص من تمييز نوعية الأسماك التي يتناولونها ضمن وجبة ما، كما يمكن لهم تخمين طبيعة البيئة المائية التي كانت تعيش فيها من جهة حلاوتها وملوحتها، إلا أن أحدا لا يخطر له أن يتساءل عن السمات الشخصية التي كانت تتميز بها كل من تلك الأسماك قبل أن تنتهي إلى مائدة الطعام. وفيما يبدو هذا التساؤل غريباً بالنسبة للكثيرين، إلا أن باحثين من جامعة غولف الكندية يؤكدون على أن الأسماك تمتلك سمات شخصية متباينة تميزها عن بعضها البعض، وذلك على نحو مشابه لما هو حاصل بين البشر. وبحسب الدراسة التي نشرتها دورية سلوك الحيوان، فإن الأسماك تختلف في السمات الشخصية التي تميزها عن بعضها، فمنها من يميل إلى المغامرة، ومنها من يظهر عدوانية واضحة، فيما تبدو أسماك أخرى أكثر "اجتماعية". ويقول الباحثون بأن السلوكيات المتطورة عند الأفراد يمكن أن تتأثر باختلاف الشخصية فيما بينها، حيث عملوا على اختبار استراتيجيات التغذية عند صغار سمك السلمون، والتي كانت تعيش في أحد الأنهار الواقعة قرب مدينة تورنتو الكندية. وتفيد النتائج بوجود نوعين من الأسماك؛ الأول كان نشيطاً يسبح نحو السطح بعيداً عن ضفة النهر، والنوع الثاني بقي قرب القاع حيث يقتات على ما يمر بالقرب منه. وتضمنت الدراسة جمع عينات من كلا النوعين من السمك وتركها تعيش في حوض مائي خارج النهر، حيث تبين أن الأسماك النشيطة لم يتغير نشاطها بشكل واضح، فقد قضت فترة أطول في السباحة بعيداً عن قاع الحوض، وذلك لدى مقارنتها مع النوع الآخر الذي كان يفضل أن يبقى ساكناً وينتظر الطعام ليأتيه. ويأمل الباحثون أن

تساعد نتائج البحث في التعامل مع المحاصيل السمكية بشكل أفضل من خلال مراعاة الفروق في السمات الشخصية بين مجموعات الأسماك وذلك عند وضع الأنظمة لمنع اصطياد الأسماك، حتى لا يحدث ذلك اضطراباً في التنوع السمكي.

التكيفات اللونية: Adaptive coloration

تختلف ألوان الأسماك اختلافا واضحا ما بين الرمادي الفاتح، والأحمر، الزهري، والبني القاتم. وتمتاز الأسماك العظمية عادة بجمال ألوانها وتعددها، بينما تتجانس الألوان في الأسماك الغضروفية. تكتسب الأسماك ألوانها من الخلايا الصبغية المترسبة أو المعلقة في الخلايا ذات الأشكال المختلفة. وتحتوي الخلايا المضلعة على الصبغ الأصفر، بينما تحتوي الخلايا المتفرعة على الصبغ البرتقالي والأحمر والبني والأسود. وهناك خلايا أخرى متفرعة، تتكدس فيها بلورات عاكسة للضوء من مادة تسمى "الجوانيين" التي تكثر على بطن السمكة ويعزي إليها اللون الأبيض والفضي. وتكون الألوان زاهية وواضحة؛ وإذا ما كثرت الخلايا البلورية، وكلما قلت الخلايا أصبحت الألوان باهتة؛ وعند انتشار السوائل الملونة داخل الخلايا يكتمل لون السمكة ويزداد وضوحاً، وإذا تراكمت الخلايا المختلفة الأصباغ بعضها فوق بعض ينتج منها ألوان متعددة، كما أن الجوانيين يستطيع أيضاً تحليل الضوء إلى ألوان الطيف. في كثير من الأحيان تستطيع الأسماك أن تماثل بيئتها، لتتقي عدوها أو تباغت فريستها ولذلك يلجأ البعض ليكتسب ألوان الأعشاب البحرية، أو الشعب المرجانية، كما تتخذ أسماك القاع ألواناً تشبه الألوان السائدة فيه. وبوجه عام لوحظ ان أسماك السطح تكون زاهية اللون، بينما تكون الوان ال أسماك التي تعيش بعيدة عن السطح أو في الأعماق السحيقة باهتة أو داكنة وكذلك تبهت ألوان الأسماك التي تسكن الكهوف المائية المظلمة، ولكنها تستعيد ألوانها عندما تتعرض للضوء. هناك عوامل أخرى، إلى جانب الضوء، كثيراً ما تؤثر في ألوان الأسماك حيث كشفت العديد من الدراسات العلاقة بين عين السمكة والألوان. عندما غطي الجزء الأسفل من العين صار لون السمكة زاهي، ولم تسبب تغطية الجزء العلوي في حدوث أي تغيير في اللون، مما يدل على أن جزء الشبكية الأسفل يؤثر في لون الحيوان. كما لوحظ أن سمك موسى يستطيع أن يكتسب ألوان القاع بعد أن يطيل النظر إليها وذلك لأن عين السمكة تنقل صور المرئيات إلى العصب البصري ثم إلى المخ الذي ينقلها إلى العصب الودّي الذي يتصل بجميع الخلايا الملونة وبذلك تأخذ السمكة لون البيئة التي تعيش فيها. أما في السمكة المرجانية فللحرارة أثرها في تغيير اللون. كما لوحظ أيضا أن حالة السمكة الفسيولوجية تؤثر إلى حد كبير على تغير ألوان الأسماك وبوجه خاص في وقت التزاوج. حيث تنشط الغدد التناسلية ويكتسب الذكر في تلك الفترة ألوان زاهية حتى يستطيع إغراء الأنثى واجتذابها،

المستقبلات الكهربية والمغناطيسية: Electromagnetic receptors

تستخدم الأسماك المستقبلات الكهربية والمغناطيسية في تحديد نوعية ومواقع الأشياء. وتظهر هذه الخاصية بوضوح وجلاء في الأسماك التي تعيش في الأماكن المظلمة أو الأعماق السحيقة حيث لا تستطيع أن تعتمد على الرؤية في تحديد معالم الأشياء. ففي الأسماك الغضروفية مثل القرش مثلا يوجد جهاز خط جانبي كامل النمو يعمل كحاسة للاستشعار عن بعد لتحديد أماكن الحيوانات المتحركة أو تلك المدفونة في الرمال. يتركب جهاز الخط الجانبي من مجموعة من القنوات التي تمتد جانبيا بطول الجسم وفوق الرأس وتفتح هذه القنوات على السطح ويوجد بداخل هذه القنوات أعضاء استقبال خاصة مكونة من مجاميع عصبية حساسة للغاية للتموجات والتيارات المائية. كما تستطيع القروش أيضا من ان تكشف الفرائس المدفونة في الرمال عن طريق الإحساس بالمجالات البيوكهربية التي تحيط بالحيوان. ولقد لعبت هذه الخواص الكهرومغناطيسية أيضا دورا فعالا في حياة الأسماك المهاجرة. ففي سمك ثعبان السمك والذي حيرت حياته العلماء. فثعابين السمك تغادر الأنهار الساحلية في رحلة تستغرق حوالي شهرين تبدأ من سواحل أوربا وأمريكا الشمالية إلى جنوب شرق برمودا حيث تضع البيض ثم تموت. إلا أن العجيب في الأمر ان اليرقات الدقيقة والتي تخرج من البيض تبدأ رحلة معاكسة لتلك التي قام بها الآباء تستغرق حوالي عامين تستطيع خلالهما الوصول إلى السواحل التي بدء منها الآباء رحلتهم. فمن الذي دلهم ومن الذي أرشدهم إنه الله الذي خلق كل شيء ثم هدي. ولا يقتصر الأمر على ثعبان السمك ففي أسماك السلمون التي تعيش في المحيط الأطلسي لمدة أربع سنوات تعود دون أن تخطئ لتضع بيضها في الأنهار التي فقست فيها وبدأت فيها حياتها، ولقد حيرت هذه الظاهرة العلماء ولذلك وأخيرا يري علماء البيولوجي بأن هذه الأسماك لديها إحساس خاص بالتيارات المائية ونسبة النقص أو الزيادة في درجة الحرارة والطعام والمجال الأرضي المغناطيسي.

البرمائيات:

من البرمائيات الضفادع، والضفدع كما أوردنا حيوان فقاري من البرمائيات يتبع مجموعة البتراوات (Anurans)، وتعني الكلمة، باللغة اليونانية عديم الذيل، وتتميز الضفادع بأجسامها القصيرة اللينة، وسيقانها الخلفية طويلة، تنتهي بأصابع مترابطة بأغشية رقيقة، تساعدها على السباحة، وتتميز الرأس باحتوائها علي عيونها جاحظة. معظم الضفادع تعيش في وسط شبه مائي، وتتحرك بالقفز، كما يمكنها التسلق، وتضع بيضها في الجداول المائية، والبرك ،والبحيرات، يرقتها تدعى شرغوف، وهي تمتلك خياشيم للتنفس في الماء. الضفادع البالغة من المفترسات وتتغذى على المفصليات والديدان الحلقية وبطنيات القدم وهي غالبا ما تلاحظ من خلال أصوات نقيقها، في الليل، أو النهار، أو في فترات النزو الجنسي. تتواجد الضفادع، في كامل أنحاء العالم تقريبا، من المناطق الاستوائية، وصولا إلى المناطق شبه الباردة، لكن معظم أنواعها تعيش في الغابات

الاستوائية المطيرة، حيث سجل لها أكثر من ٥٠٠٠ نوع، ولذلك تعتبر الضفادع من بين الفقاريات الأكثر انتشارا، ومن البرمائيات ايضا العلاجم التي تنتمي الي رتبة عديم الذيل. وتشبه العلاجم الضفادع في شكلها وكثيرا ما يتشابة على الناس ولا يميزونه عن الضفدع. الا انة خلافا للضفدع يتميز بخصائص خارجية وأنماط سلوكية مختلفة، فهو مهيأ أكثر للعيش بعيدا عن المياه ويفتقر لمهارة القفز وذو جلد سميك مقارنة بجلد الضفدع وأرجله قصيرة مقارنة بالضفدع (شكل ٤٢).

الجهاز العصبي: Nervous system

للبرمائيات جهاز عصبي متطور وكما هو الحال في جميع الحيوانات الفقارية إلى ثلاثة أقسام رئيسية هي الجهاز العصبي المركزي، ويشتمل على الدماغ والحبل الشوكي والجهاز العصبي الطرفي، والأعصاب المخية والأعصاب الشوكية، والجهاز العصبي الذاتي والذي يتحكم في غالبية الوظائف اللاإرادية التي تحدث في جسم الحيوان. وسوف نستعرض فيما يلي بعض المواصفات لهذه المكونات العصبية.

الدماغ Brain: بفحص المخ من الناحية الظهرية نلاحظ وجود المخ الأمامي: ويتكون من فصين شميين، نصفي الكرة المخية وسرير للمخ ويمتد من سرير المخ ظهريا وللأمام ساق الجسم الصنوبري والمخ المتوسط ويتكون من فصين بصريين والمخ الخلفي ويتكون من المخيخ والنخاع المستطيل (شكل ٤٣).

الأعصاب الشوكية: بعد نزع العضلات البطنية والأحشاء العامة نلاحظ وجود الأعصاب الشوكية والتي تنشأ من الحبل الشوكي، وكل منهما ينشأ بجذرين أحدهما ظهري والآخر بطني، ويتحد الجذران معا ليكونا العصب الشوكي. ويوجد في الضفدعة عشرة أزواج من الأعصاب الشوكية هي:

العصب الشوكي الأول: يخرج من العمود الفقري بين الفقرتين الأولى والثانية ويتجه إلى اللسان.

العصب الشوكي الثاني والثالث: يخرج العصب الشوكي الثاني من بين الفقرتين الثانية والثالثة كما يخرج والعصب الشوكي الثالث من بين الفقرتين الثالثة والرابعة. يتحد العصبين ليكونا الضفيرة العضدية التي تتجه إلى الطرف الأمامي.

الأعصاب الشوكية الرابعة والخامسة والسادسة: وهي التي تتجه إلى عضلات البطن.

الأعصاب الشوكية السابعة والثامنة والتاسعة والعاشرة: وتتحد مع بعضها لتكون الضفيرة العجزية والتي تتجه إلى الطرف الخلفي والمنطقة الحوضية.

أعضاء الحس: Sense organs

لمعظم الضفادع والعلاجيم والسلمندرات نظر قوي يساعدها على الإمساك بالفرائس، ويشذ عن ذلك البرمائيات السحلية صغيرة فلهذه البرمائيات عيون ضعيفة أو غير موجودة في بعض الأحيان لعدم حاجة الحيوان اليها بسبب عيشتها في مخابئ تحت الأرض. تمتلك البرمائيات التي تعيش في المياه جهاز خط جانبي

وهو مجموعة من الأعضاء الحسَّاسة على طول جوانب الجسم. ويساعد هذا الجهاز الحيوان على تحسّس الحركة في المياه المجاورة. وبإمكان كل من الضفادع والعلاجيم سماع الأصوات من مسافة بعيدة، على العكس من السلمندرات. وتمتلك الضفادع والعلاجيم أصواتًا متطورة جدًا وذات أهمية، وبخاصة للنداء من أجل التزاوج، بينما لا تصدر معظم السلمندرات أية أصوات.

بعض السلوكيات الخاصة بالبرمائيات:

تتميز البرمائيات بالعديد من السلوكيات المميزة والتي تنفرد بها عن غيرها من الكائنات ومن هذه السلوكيات ما يلي:

البيات الشتوي:

عند انخفاض درجة حرارة الوسط الخارجي كما هو الحال مع برودة الجو الشديدة أو اقتراب فصل الشتاء تنخفض درجة حرارة جسم الحيوانات ذات الدم البارد ومنها الضفادع بشدة وتصبح أعضاء الجسم غير قادرة علي الوفاء بالمتطلبات الحياتية، ولمواجهة ذلك والتغلب عليه تقوم الضفادع بتناول كمية من الطعام والذي يخزن في أجسامها علي هيئة دهون ثم تقوم بعمل حفرة عميقة في الأرض تأوي اليها ثم تدخل في مرحلة ثبات تقل فيها بشدة العمليات الحيوية ويتوقف فيها الضفدع عن الحركة وتصبح دقات القلب شبه منعدمة وتعرف هذه العملية بالبيات الشتوي والذي يستمر طوال بقاء فصل الشتاء، حتي اذا ما اقترب الربيع وارتفعت درجة حرارة الجو في الصيف خرجت الضفادع من أكنانها وقد استهلكت معظم أو جل مخزونها الدهني لتدب فيها الحياه مرة أخري.

الضفادع السامة:

لبعض الضفادع جلد سام يحتوي علي غدد سامة تنتشر في أماكن عديدة من الجسم خاصة في المنطقة التي تقع بين الكتفين وعلى قمة الرأس، ووراء العينين. تفرز الغدد السامة مواد سامة تجعل من الضفادع هدف غير مفضل للضواري. من أمثلة الأنواع السامة ضفدع السهم السام (شكل ٤٤) والذي يعيش في أمريكا الجنوبية والذي أطلقت عليه هذه التسمية لكون جلده يحتوي على مادة اشد قلوية من المورفين تحدث عند ملامساتها تهيجات في الجلد والعينين، وتأثيرات عصبية مصحوبة بحالة من الهلوسة، ونوبات صرع، وانقباض الأوعية الدموية، وتوقف نبض القلب في أقل من دقيقة. هذا، وتستطيع كمية السم التي ينتجها الضفدع الواحد القضاء على عشرة أشخاص مجتمعين. لمثل هذه الخواص وغيرها يقوم السكان في المناطق التي يعيش فيها الضفدع بوضع السم على أطراف سهامهم لصيد الفرائس. ولشدة قلوية هذه المواد لفتت اليها اهتمام الصيادلة حيث تمكن البعض منهم من استخلاص بعض المواد منها أعطت نتائج مبهرة عند استخدامها كعقار في مقاومة فيروس الإيدز مما يفتح المجال للبحث عن عقاقير أخري قد تتواجد في سم هذه الحيوانات. كما أشارت بعض

التقارير على وجود هذه المواد القلوية أيضا في إفرازات الجلد لبعض العلاجم مثل علجوم نهر كولورادو وعلجوم القصب يتم استخدامها من قبل السكان كمادة مخدرة، كما يستخدمها البعض الأخر كمواد مخدرة عند تدخينها، أو بمضغها وقد أثبتت البحوث أنها مادة شديدة الخطورة عن التبغ حيث تؤدي بالمتعاطي إلى الإصابة بالهلوسة.

الزواحف:

تضم هذه الطائفة السحالي، والثعابين، والسلاحف، والحرابي، والتماسيح والتي تعرف عامة بالحيوانات الزاحفة. تتفاوت الزواحف كثيرًا في الحجم والشكل واللون، لكنها تتشابه في مميزات جسمية معينة، مثل وجود الحراشيف التي تغطي الجلد، واحتواء الجسم على زوجين من الأرجل، والتنفس بالرئات، وكرياتها الدموية الحمراء بيضاوية وذات أنوية، والأخصاب داخلي والبويضات غنية بالمح، بجانب كونها من ذوات الدم البارد. كما تشتمل الخصائص المميزة أيضا على التشابه في الهيكل والأعضاء الداخلية[٢٠١].

الجهاز العصبي والإحساس:

كما هو الحال في جميع الحيوانات الفقارية تتميز الزواحف بوجود جهاز عصبي متطور، إلا أن جميع الأنواع تتميز بمخ صغير الحجم نوعا ما مقارنة لما هو عليه في الطيور والثدييات. والثعابين حيوانات صماء لا تسمع لكنها تحس بطرق مختلفة، فلبعض الثعابين فتحات فوق منطقة الفم والتي تسمي الندبة وهي عبارة عن رادار حراري يسمح للثعبان بالرؤية ليلاً أو في الظلام الدامس. أما اللسان الذي تظهره أغلب الثعابين أثناء سيرها فهو متصل بتجويف في سقف الفم يسمى عضو جاكوبسون (Jacobson) يساعدها على تذوق وشم الجزيئات الصغيرة العالقة بالهواء. لمعظم الزواحف نظر جيد، لا يوجد للثعابين جفون، ويحمي أعين الثعابين غشاء شفاف غير متحرك. أما تلك الثعابين التي تنشط ليلاً فلديها بؤبؤ عين طولي مثل الشق يمكن إغلاقه تمامًا في النور الباهر. أما من ناحية السمع فتتفاوت الزواحف من حيث قوة سمعها. لكن معظمها يستطيع سماع الأصوات ذات الطبقات المنخفضة بتحسس الذبذبات المنبعثة عبر الأرض (شكل ٤٥).

الطيور:

الطيور من الحيوانات الجميلة الشكل، ذات الأصوات الرنانة، والمظهر الخلاب. تنتمي الطيور إلى مجموعة الحيوانات الفقارية ذوات الدم الحار، يعرف من الطيور حتى الآن حوالي ٩٠٠٠ نوع، يتميز جميعها بوجود الريش الذي يغطي أجسمها والأجنحة التي تساعدها على الطيران. بعض الطيور يمكنه الطيران والبعض الأخر لا يقدر على ذلك مثل طائر البطريق والنعام. للطيور عظام مجوفة تحتوي على فراغات هوائية عديدة مما يساعدها على الطيران. غذاء وطعام الطيور متباين ومختلف بصورة كبيرة، فبعضها يعتمد في غذائه على عصائر الفواكه ورحيق الزهور أو الحبوب، والبعض الآخر يتغذى على القوارض، مثل الفئران. كما تعتمد أنواع أخري من الطيور في تغذيتها على الأسماك، أو الحيوانات الميتة، أو الطيور الأصغر منها حجما.

*أغلب الطيور تجمعها خاصية الحركة، والديناميكية العالية، ينشط معظمها في النهار، حيث تكون مستيقظة، ونشطة، مع بداية النهار، وتبقى في سعيها وراء طعامها طوال اليوم، والبعض الأخر من الطيور مثل البوم ليلي الحركة، ينشط في الليل ويهدأ ويسكن نهارا.

*تتميز الطيور بسلوكيات خاصة ومنها الهجرة التي تقوم بها بعض الأنواع ترحل خلالها وتسافر لمسافات بعيدة، وأياما طويلة، وراء الغذاء، أو بحثا عن الدفيء، أو مكان للتكاثر تتقابل فيه الذكور مع الإناث.

*للطيور أجنحة قوية لتتلاءم مع الطيران، ومناقير عظمية قوية، بدون أسنان، وذات أشكال مختلفة، تتناسب مع طبيعة وحياة الطائر والمواد التي يتغذى عليها. أغلب الطيور تعتني ببيضها فتبني له الأعشاش المناسبة وتحتضن أفراخها وتطعمها وتعتني بها.

*بعض الطيور تعيش كأزواج طوال عمرها، مثل الحمام، والإوز، يظل خلالها الذكر مرافقا لأنثاه. بعض الطيور الأخر لديها القدرة على أن تقترن بأنثى جديدة في كل تزاوج. كما توجد أنواع من الطيور يستطيع فيها الذكر أن يتزاوج الذكر مع أكثر من أنثى في وقت واحد مثل الدجاج والبعض الأخر يتميز بالإخلاص في العلاقة الزوجية حيث يلازم الذكر أنثى واحدة لا يفارقها طوال فترة التزاوج أو في كل فترات حياته ولا يظهر خلال تلك الفترة أية محاولة للتعرف على غير أنثاه. والجدير بالذكر الإشارة إلى عدم احتواء الذكور في كثير من الطيور على أعضاء جنسية ظاهرة، ولكن يمكن التفرقة بين الذكر والأنثى عن طريق الحجم، أو الأصوات، أو عن طريق بعض الاختلافات الشكلية كوجود العرف، أو الصوت المميز للذكور. أما من الناحية التشريحية، فللذكر خصيتان، وللإناث مبيض واحد نشط يختلف حجمه باختلاف العمر، أو موسم التزاوج. ولا تحتوي معظم ذكور الطيور على قضيب سفادي إلا أن البعض منها مثل الطيور المائية وطيور النعام والدجاج الرومي تحتوي على هذا العضو.

*بعد الاقتران وخروج البيض المخصب للخارج، توجد فترة احتضان للبيض، وقد تترك مهمة ذلك للأنثى، أو يترك ذلك للذكر، أو يشارك كل منهما في احتضان البيض لفترة من الوقت. كما توجد أنواع أخري من الطيور تترك العناية بالبيض لطيور أخرى ومنها من يدفن بيضة في الرمال حتى يكتمل نمو الصغار وتخرج للحياة.

*عند خروج الأفراخ من بيضها قد يقوم الأبوان الذكر والأنثى بالعناية بالصغار ومساعدة أفراخهما على العيش حتى تنمو ويشتد ساعدها، كما يوجد أيضا بعض الأنواع الأخرى من الطيور مثل الدجاج لا تحتاج فيها الأفراخ إلى أية نوع من أنواع الرعايا، ولذلك تعيش بعد الفقس وحدها وتعتمد على نفسها.

الجهاز العصبي:

في الطيور يتكون الجهاز العصبي تشريحياً الجهاز العصبي المركزي central nervous system والذي يتكون من الدماغ brain والحبل الشوكي spinal cord والجهاز العصبي الطرفي peripheral

nervous system والذي يتكون من الأعصاب المُخية cranial nerves الأعصاب الشوكية spinal nerves والضفائر العصبية plexus والعُقد العصبية ganglia. وسوف نستعرض فيما يأتي اهم الموصفات الركيبية لهذه الاجزاء.

المُخ: يوجد داخل الجمجمة، ويخرج من المخ ١٢ زوج من الأعصاب المُخية يتم ترتيبها حسب خروجها من المُخ ومنشأها ويتكون المُخ كامل التطور في الطيور من ثلاثة أجزاء هي المُخ الأمامي (forebrain cerebrum) ويتكون من ثلاثة أجزاء نصفين مُخيين (cerebral hemispheres)، مِهاد بصري (thalamus) وأسفل المِهاد البصري (hypothalamus).

المُخيخ: cerebellum ويتكون من ثلاثة فصوص أمامي، وسطي وخلفي.

جزع المُخ: brain stem ويتكون أيضا من ثلاثة أجزاء هي: المُخ الوسطيmid brain والنُخاع المُستطيل medulla oblongata والقنطرة pons (شكل ٤٦).

الحبل الشوكي

يمثل الحبل الشوكي في الطيور بأسطوانة مكونة من حزم من الألياف العصبية، ويوجد داخل العمود الفقري ويُعتبر امتداد للنُخاع المُستطيل ولكنه أقل سمكاً منه، ويقوم الحبل الشوكي بالإمداد العصبي لكل من الأجنحة والأرجل والجلد والأحشاء، ويخرج من الحبل الشوكي ٣٨ زوج من الأعصاب الشوكية، يُسمى كل عصب حسب أسم المنطقة الخارج منها ويقسم علماء التشريح الحبل الشوكي إلى أربعة مناطق: عُنقية، وصدرية، وقطنية عَجُزية، وعُصعُصية.

الحواس في الطيور:

تتمتع الطيور مثل غيرها من الفقاريات الأخرى بأعضاء للحواس وهي:

التذوق: taste للدجاج بعض المقدرة على التميز بين أنواع الأغذية حيث إن هذه الحاسة ليست مُتطورة كما هو الحال بالثدييات؛ وبراعم التذوق عبارة عن مُستقبلات للتذوق تستجيب للكيماويات الذائبة بالغذاء حيث تذوب هذه الكيماويات فى اللُعاب؛ وبالتالي تستطيع الدخول فى ثغور براعم التذوق.

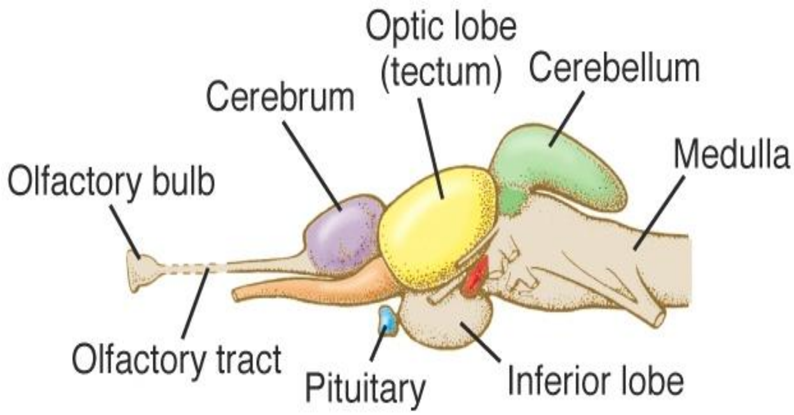
حاسة الشم: smell هذه الحاسة ضعيفة فى الطيور ولا تستطيع التمييز بين العلائق ذات الروائح المختلفة.

حاسة النظر: The visual sense وهى حاسة قوية فى الدجاج وبقية أنواع الطيور؛ حيث تكون حادة النظر مع قُدرتها على التمييز بين الألوان؛ هذا ويختلف وضع العين فى الرأس تبعاً لطبيعة تناول الغذاء؛ والعين تحتوى على العديد من المُستقبلات الضوئية (photoreceptors) التي تنقل إشارات عصبية إلى الهيبوثلامس والتي تُحفز الغُدة النُخامية على إفراز الهرمونات الجنسية.

حاسمة السمع: The hearing وهي قوية لدى الدجاج وبقية أنواع الطيور ، فالأصوات العالية جداً تُؤثر تأثيراً سلبياً على أداء الدجاج؛ وهذا يظهر في مزارع الدجاج المُنتشرة على الطُرق ذات الحركة الكثيفة والأصوات العالية للسيارات والقطارات؛ وكذلك في المزارع الموجودة قُرب المطارات.

حاسة اللمس: Touch هذه الحاسة ضعيفة فى الدجاج وغيره من الطيور ؛ ويظهر ذلك فى حالة حدوث عمليه الافتراس(cannibalism) حيث أن الإحساس الجلدي لدى الطيور يكون ضعيف لدرجة أنها تترك الطيور الأخرى تستمر فى عملية الافتراس دون إحساس ومُقاومة

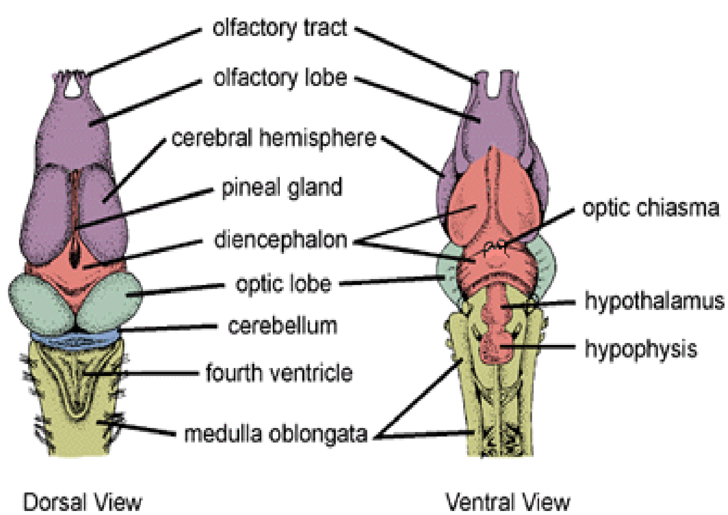
قائمة الأشكال



شكل (٤١): المخ في الأسماك



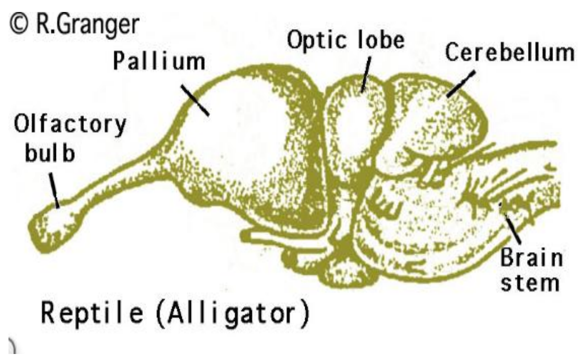
شكل (٤٢): منظر جانبي للضفدع



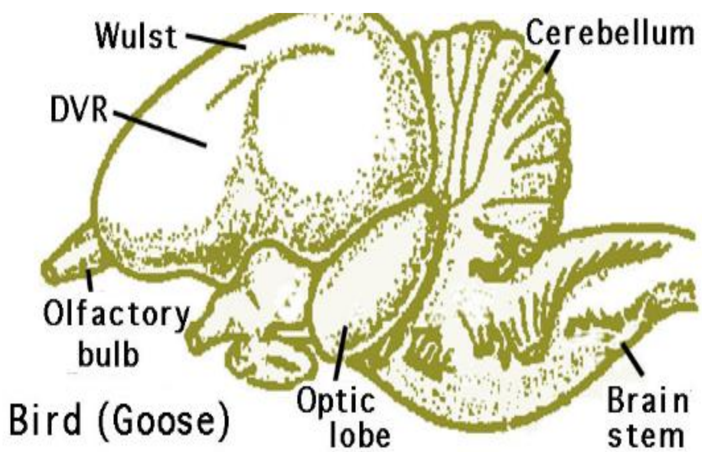
شكل (٤٣): منظر ظهري وبطني لمخ الضفدع



شكل (٤٤): ضفدع السهم السام



شكل (٤٥): تركيب المخ في الزواحف



شكل (٤٦): تركيب المخ في الطيور

الفصل الرابع

الجهاز العصبي في الأنسان

المقدمة: يتباهى البشر في هذا العصر بما حققوه من إنجازات علمية وتقنية في شتى المجالات وخاصة في مجال أنظمة الاتصالات وأجهزة الحاسوب وشبكات المعلومات وشبكات الطاقة الكهربائية. ولكن إذا ما شرحت لمن يتباهى بهذه الإنجازات تركيب وطريقة عمل الجهاز العصبي في جسم الإنسان فإن مباهاته سرعان ما تتلاشى ويرتد إليه طرفه وهو حسير. وفي هذا الفصل من الكتاب سنتطرق بالشرح إلى تركيب الجهاز العصبي وبالذات الدماغ الذي هو أهم مكوناته. ولقد اعترف العلماء بأن التعقيد الموجود في تركيب الدماغ لا يوجد ولن يوجد في أعقد الأجهزة الإلكترونية التي اخترعها الإنسان بل إن أحدهم قد قال أنه لو تم جمع جميع الحواسيب في العالم وتم ضغطها لتكون بحجم دماغ الإنسان فلن يصل تعقيد مكوناتها تعقيد مكونات الدماغ. يعتبر الجهاز العصبي من الناحية التشريحية هو شبكة الاتصالات العامة التي تربط بين جميع أجزاء الجسم عن طريق مجموعة من الأعصاب الممتدة ما بين أطراف الجسم المختلفة وأعضائه الداخلية والخارجية، وبين المخ ومحتويات الجمجمة. أما من الناحية الوظيفية فالجهاز العصبي هو الجهاز المسيطر على أداء أجهزة الجسم المختلفة، ولذلك يشرف على جميع الوظائف العضوية ويؤلف بينها بما يحقق وحدة وتكامل الكائن الحي ويتحقق ذلك عن طريق مجموعة من المراكز المرتبطة فيما بينها، وإلى هذه المراكز ترد التنبيهات الحسية من جميع أنحاء الجسم سطحية كانت أو عميقة، وعنها تصدر التنبيهات الحركية التي تصل إلى العضلات إرادية كانت أو غير إرادية إلى الغدد الموجودة بالجسم سواء كانت غدد قنوية أو كانت صماء. ويتبع هذه التنبيهات الإدراك واستجابة وينقسم الجهاز العصبي في الإنسان إلى ثلاثة أجزاالإنسان بالتحرك والتكلم ومسك الأشياء أو غير ذلك من الاستجابات المتعددة والتي تحدث في فترة زمنية قصيرة. من ذلك يتضح أن الجهاز العصبي هو الجهاز المسيطر على جميع أجهزة الجسم المختلفة التي تتحرك بصورة إرادية أو غير إرادية (شكل ٤٧). يقسم الجهاز العصبي في الإنسان إلى ثلاثة أجزاء الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الذاتي والجاهاز العصبي الطرفي. وسوف نستعرض فيما يلي اهم السمات الوظيفية والتركيبية لهذه الأجهزة.

الخلية العصبية

تعتبر الخلية العصبية الوحدة البنائية للجهاز العصبي والخلية العصبية خلية متخصصة بلغت أعلى درجات التخصص وتتميز بخاصيتين رئيستين هما- الاستثارة والتوصيل. فالخلية العصبية قادرة على استقبال المؤثرات الحسية سواء من البيئة الخارجية أو الداخلية ولها القدرة على توصيل الإشارات العصبية إلى أجزاء الجسم المختلفة التي تستجيب لتلك المؤثرات. وبذلك تعمل الخلية العصبية على التنسيق والتكامل بين نشاطات

الأعضاء المختلفة. والخلية العصبية صغيرة الحجم جدا وتتكون من جسم الخلية وبروزات بروتوبلازمية تخرج من جسم الخلية تسمى زوائد الخلية. ويحتوي جسم الخلية على نواة صغيرة بداخلها نوية أصغر ويحيط بالنواة سائل السيتوبلازم الذي يحتوي على حبيبات دقيقة تسمى حبيبات نيسل (Nissl bodies) التي لا توجد إلا فى الخلايا العصبية فقط وأيضا يحتوي السيتوبلازم على جهاز جولجي والميتوكوندريا (شكل٤٩).

أنواع الخلايا العصبية: تقسم الخلايا العصبية إلى عدة أنواع بناء علي الوظيفية الحسية او عدد الزوائد البروتوبلازمية، وهذه الأنواع هي:

طبقا للوظيفة:

خلايا عصبية حسية: وهي الخلية العصبية التي تنقل السيال العصبي من عضو الحس إلى الجهاز العصبي المركزي.

خلايا عصبية بينية: وهي تكون بين الخلايا العصبية الحسية والحركية.

خلايا عصبية حركية: وهي الخلية العصبية التي تنقل السيال العصبي من الجهاز العصبي المركزي إلى عضو الحس

طبقا لعدد الزوائد التي تخرج من جسم الخلية:

طبقا لعدد الزوائد البروتوبلازمية التي تخرج من جسم الخلية تقسم الخلايا العصبية إلي ثلاثة أنواع أيضا وهذه الأنواع هي:

الخلايا العصبية وحيدة القطب Unipolar nerve cell: تتصل بها زائدة واحدة فقط تمثل محور الخلية ويوجد هذا النوع فى الفقاريات البدائية

الخلية العصبية ذات القطبين Bipolar nerve cell: وتتصل بها زائدتين إحداهما الزائدة الشجيرية والأخرى محور الخلية وتوجد فى الأطوار الجنينية وفى شبكية العين.

الخلية العصبية عديدة الأقطاب Multipolar nerve cell: وهى النوع الشائع فى الجهاز العصبي لها محور واحد وعدة زوائد شجيرية.

المحور: Axon

المحور العصبي أو الليف العصبي هو امتداد أنبوبي للجسم الخلوي للخلية العصبية. وله العديد من التفرعات التي تمكنه من الاتصال بما يقرب من ألف خلية عصبية آخري. وهو متخصص في نقل الرسائل. يبلغ طول المحور داخل الجهاز العصبي المركزي أقل من مليمتر واحد، بينما يزيد عن ذلك في الجهاز العصبي المحيطي، إذ يصل طول بعض المحاور الممتدة من النُخاع الشوكي إلى عضلات القدمين إلى ٧٥-

١٠٠سم. أما الأعصاب فما هي إلا تجمعات لمحاور خلايا عصبية حركية أو حسية أو لكليهما (خلايا عصبية مختلطة) معًا، التصقت مع بعضها البعض مكونة ذلك الشكل الحَبلي. يغطي غمد المحور مادة مصنوعة من مادة دهنية بيضاء تسمى الميالين ولذلك يطلق على هذا النوع من المحاور محاور ميلينية. وللميلين وظيفة هامة حيث تساعد على سرعة انتقال الدفعات العصبية، كما تساعد على التمييز بين المادة الرمادية والمادة البيضاء في الجهاز العصبي. وتتكون المادة الرمادية من محاور غير مغطاة بالميلين وأجسام خلوية عصبية. وتصنع مادة الميلين في الجهاز العصبي المحيطي من خلايا شوان في الجهاز العصبي المحيطي، بينما تقوم الخلايا الدبقية بتصنيعها في الجهاز العصبي المركزي.

التفرعات الشبكية:

تتفرع من كل جسم خَلَوي نحو ستة أفرع في شكل قنوات أسطوانية، تُسمى التفرعات الشبكية. ويبلغ طولها نصف ملم وسُمكها ضعفي سُمك المحاور أو ثلاثة أضعافه. تُعَدُّ التفرعات الشبكية أجسامًا متخصصة في استقبال السيالات العصبية الواردة من محاور أخرى، ويفصل بينهما فراغ ضيق يُسمى الفَلُح المَشْبَك أو التشابك العصبي الذي تعبر خلاله السيالات العصبية.

العصب: Nerve

العصب عبارة عن حزمة داخلية من شعيرات دقيقة مرتبطة عبر المحاور العصبية مسؤولة عن نقل الإشارات بين الجهاز العصبي المركزي والأعضاء المختلفة. تقوم الأعصاب الواردة بنقل الإشارات من الأعضاء المختلفة إلى الجهاز العصبي المركزي، فيما تقوم الأعصاب المصدرة بنقل الإشارات من الجهاز العصبي المركزي إلى العضلات والغدد المختلفة. وهناك الأعصاب المختلطة وهي التي تنقل الإشارات الحسية من الجسم إلى المخ والخلية العصبية الحركية والتي تنقل الأوامر من المخ إلى أعضاء الجسم. وبصورة عامة يمكن تقسيم الأعصاب حسب وظيفتها إلى ثلاث مجموعات هي:

- **أعصاب حسية:** تقوم بنقل المعلومات الحسية من المستقبلات إلى الجهاز العصبي المركزي لكي يتم تحليلها ومعالجتها هناك وهي ذاتها الأعصاب الصاعدة.
- **أعصاب حركية:** تقوم بنقل الإشارات والأوامر الصادرة من الجهاز العصبي المركزي إلى العضلات وهي ذاتها الأعصاب النازلة.
- **أعصاب موصلة:** وهي التي تقوم بالتوصيل بين الأعصاب الحسية والحركية.

العقدة العصبية:

يطلق مصطلح العقدة العصبية على مجموعة أجسام للخلايا العصبية توجد خارج الجهاز العصبي المركزي وتشكل هذه العقد العصبية التكوين الأساسي للجهاز العصبي السمبثاوي كما توجد العقد العصبية أيضا في طريق الجذور الظهرية للأعصاب الشوكية.

المشتبك العصبي: Synapse

من الجدير بالذكر الإشارة إلى أن الخلايا العصبية لا يوجد بينها اتصال مباشر وإنما يتم نقل التنبيهات العصبية من خلية إلى أخرى عن طريق مناطق الالتحام بين شجيرات خلية والنهاية العصبية الموجودة في محور خلية أخرى، وهو ما نطلق عليه المشتبك العصبي (شكل ٥٠). ويتكون المشتبك العصبي من منطقة قبل مشتبكية presynaptic وهي التي تنتمي إلى النهاية العصبية للخلية، ومنطقة بعد مشتبكية postsynaptic وهي تنتمي إلى شجيرات خلية أخرى، وما بين المنطقتين يوجد فراغ المشتبك نفسه. وتنتقل الإشارات العصبية من الخلية إلى التي تليها عن طريق التوصيل الكيميائي نتيجة وجود مواد كيميائية يُطلق عليها الموصلات العصبية neurotransmitters تعمل على نقل الإشارة الكهربية من خلية إلى أخرى. ويوجد عدد كبير من الموصلات العصبية مثل الأدرينالين، والنورأدرينالين noradrenaline، والأستيل كولين acetylecholine، والدوبامين dopamine، والسيروتونين serotonine. والتي تؤدي زيادتها أو نقصانها إلى اضطراب الوظائف الجسمية والعقلية، ومن ثم يتطلب الأمر إعادة التوازن لهذه الموصلات من خلال العقاقير التي تعمل على تعديل كمية الموصلات في المشتبكات العصبية.

الجهاز العصبي ووظائفه:

الجهاز العصبي المركزي: Central Nervous System ويشتمل على الدماغ والحبل الشوكي (شكل ٤٨) وقد اشرنا لوظائفها سابقا.

الجهاز العصبي الطرفي: Peripheral Nervous System ويقع خارج الجهاز العصبي المركزي، ويتكون من الأعصاب الدماغية والأعصاب الشوكية. ويقوم هذا الجهاز بنقل الإشارات العصبية من أعضاء الحس وأعضاء الجسم الأخرى إلى الجهاز العصبي المركزي ومن الجهاز العصبي المركزي إلى أعضاء الحركة.

الجهاز العصبي الذاتي أو الأتونومى: Autonomic Nervous System ينظم هذا الجهاز الأنشطة التي لا تقع تحت إرادة الإنسان فهو يتصل بغدد الجسم المختلفة وعضلة القلب والعضلات الملساء والعضلات

الغير إرادية التي توجد فى القناة الهضمية والمثانة والحالبين والقصبة الهوائية والأوعية الدموية. هذا ويتركب هذه الأجهزة الثلاث من وحدات بنائة دقيقة التركيب يطلق الخلايا العصبية.

الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System:

كما اشرنا من قبل يكون الجهاز العصبي المركزي من الدماغ والحبل الشوكي

الدماغ: هو أكبر أجزاء الدماغ، يحتوي على المراكز العصبية ذات العلاقة بالوظائف الحسية والحركية والوظائف العقلية العليا كالذاكرة والتفكير. يوجد على سطح المخ العديد من التلافيف وهي عبارة عن انثناءات عديدة توجد على سطح المخ تزيد من المساحة السطحية التي تتم فيها العمليات المختلفة. ومن أهم أجزاء المخ قشرة المخ هي الطبقة الخارجية الرقيقة من المادة الرمادية للمخ وتحتوي على ٧٥٪ تقريبا من الخلايا العصبية وتقسم إلى ثلاثة أجزاء وظيفية هي: قشرة حركية، قشرة حسية، قشرة منظمة.

القشرة الحركية: وظيفتها تنظيم الحركات الإرادية للعضلات الإرادية المخططة.

القشرة الحسية: مهمتها استقبال المعلومات الحسية الواردة من الحواس المختلفة.

القشرة المنظمة: بها مراكز الذكاء واللغة والذاكرة والعواطف وتقوم بتحليل المعلومات الحسية وتفسيرها. كذلك يحتوي المخ على النخاع وهو المنطقة الداخلية من المخ، وتتألف من المادة البيضاء المكونة من المحاور الميلينية التي تربط الخلايا العصبية بأجزاء الجهاز العصبي الأخرى شك (٥١-٥٣).

جذع الدماغ Brainstem:

جذع الدماغ هو كتلة دماغية تصل بين الدماغ الأمامي (مكون من مخ ودماغ بيني) والنخاع الشوكي. يتألف جذع الدماغ من الدماغ المتوسط والجسر والنخاع المستطيل، أي أن جذع الدماغ يتكون من الدماغ المتوسط والدماغ الخلفي عدا المخيخ. ولذلك يمكن القول بأن جذع الدماغ يتألف من الدماغ الأوسط midbrain والجسر pons والنُخاع المُستطيلmedulla oblongata.

الوظفية:

يقوم جذع الدماغ بنقل الأوامر من المخ إلى أعضاء الجسم وينقل المعلومات الحسية من أعضاء الجسم إلى المخ، وتوجد فيه مراكز التنفس وتنظيم الضغط ونظم القلب. ويتحكم في وظائف الجسم الحرجة وغير الإرادية، كما يتحكم في الوعي واليقظة والنوم والإحساس بالألم. وتنشأ منه الأعصاب القِّحفية من العصب القحفي الثالث وحتى العصب الثاني عشر، حيث أن العصب القحفي الأول (الشمي) والعصب القحفي الثاني (البصر) لا ينشأن من جذع الدماغ، تتحكم الأعصاب القِّحفية التي تنشأ من جذع الدماغ في أحاسيس الوجه كالعين والأذن والذوق والبلع واللعاب وعضلات الوجه المعبرة. إن إصابة هذا الجزء من جذع الدماغ غالباً ما تؤدي للوفاة.

جسر الدماغ: يقع الدماغ المتوسط فوق الجسر، ويقع الجسر فوق النُخاع المُستطيل، والذي يكون مُتصلاً بالحبل الشوكي وخلفهم يقع المخيخ، ويتصل المُخيخ بجذع الدماغ عن طريق السويقة المُخيخية العلوية superior cerebellar peduncle والسويقة المُخيخية السُفلية inferior cerebellar peduncle. يوجد في الدماغ المتوسط مراكز ردة الفعل البصري، وذلك عندما تلمس يداك شيء أو يلفت نظرك شيء وتُريد أن تراه أو تتفحصه عن قرب فإنك تلتفت نحوه و تركز بصرك عليه أو تقربه منك وهكذا، كما يحتوي جسر الدماغ على مراكز ردة الفعل السمعي، وذلك عندما تسمع صوتاً ما فتلتفت نحو مصدر الصوت لترى ما هو، كما يحتوي الدماغ الأوسط على أنوية للأعصاب القُحفية الثالث والرابع. يحتوي الجسر على نوى الأعصاب القُحفية الخامس والسادس والسابع والثامن علي حين يحتوي النخاع المستطيل على نوى الأعصاب القُحفية التاسع والعاشر والحادي عشر والثاني عشر. تُشكل الأعصاب القُحفية جزء من الجهاز العصبي المُحيطي peripheral nervous system.

المخيخ Cerebellum: الُمخَيخ هو القسم الكروي الأصغر الذي يقع أسفل نصفي الكرة المخيتين في الدماغ. يقع أسفل النصفين الكرويين في الجهة الخلفية للمخ ويتركب من فصين أيمن وأيسر يصل بينهما فص ثالث، يحتل ما يقارب ١٠ ٪ من حجم الجمجمة ويحتوي على ٥٠ ٪ من الخلايا العصبية بالدماغ. ومن وظائف المخيخ لمشاركة في بعض الوظائف المعرفية مثل الانتباه واللغة، وتنظيم الردود السارّة والمخيفة والمزعجة، ولكن الوظيفة الرئيسية للمخ هي حفظ حركة التوازن. وفي هذا يجدر بنا القول المخيخ غير مسؤول عن بداية الحركة، بل يساهم في تنسيق، دقّة، والتوقيت الدقيق للحركة.

تجاويف الدماغ Brain cavities:

يوجد في الدماغ مجموعة من التجاويف يطلق على هذه اسم البطينات ventricles ويوجد منها في الدماغ أربعة تجاويف هما البطينان الجانبيان والبطين الثالث والبطين الرابع. وأكبر هذه الأنواع البطينان الجانبيان واللذان يوجدان في كل نصف الكرة المخي واحد في كل نصف كرة. أما البطين الثالث فهو أصغر الأنواع حجما ويوجد في منطقة الجسم السريري أمام البطين الرابع فيقع بين المخيخ والقنطرة. وتحتوي التجاويف المخية علي سائل له نفس الخواص الوظيفية للسائل الدماغي . لهذا السائل وظائف متعددة كحماية الدماغ والحفظ على مستوى معين للشوارد (الصوديوم والبوتاسيوم) أو النواقل العصبية. هذا وتتصل التجاويف الدماغية ببعضها البعض كما تتصل بالأم العنكبوتية في الدماغ وبالقناة المركزية بالحبل الشوكي.

استسقاء الدماغ: يحدث الاستسقاء نتيجة اضطراب في دوران السائل الدماغي الشوكي والذي يحدث اما نتيجة لانسداد في مجرى السائل أو البطينات داخل الدماغ أو فشل في امتصاص هذا السائل عبر الجيوب الوريدية

الدماغية. ينجم الانسداد عن أسباب متعددة كالأورام أو التشوهات الخلقية او النزف الدماغي الداخلي .... إلخ. أما فشل الامتصاص فيحدث بسبب التهاب السحايا أو النزف.

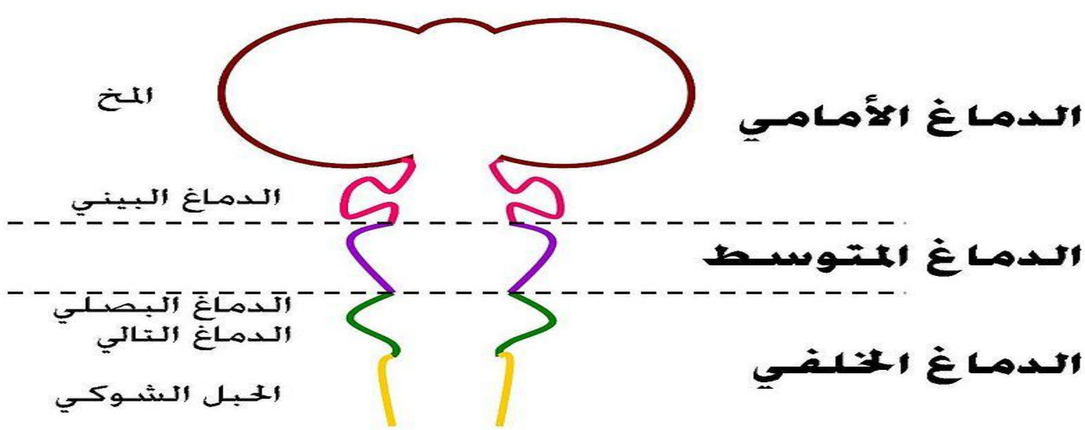
الأعصاب الدماغية

يخرج من الدماغ اثنا عشر زوجا من الأعصاب الدماغية ينشأ معظمها من ساق الدماغ وتنقل ألياف هذه الأعصاب السيالات العصبية بين الدماغ والتراكيب المختلفة الموجودة في الراس والعنق والتجويف الصدري والتجويف البطني. وعلى الرغم من وجود تسميات علمية حسب وظيفتها إلا انه يرمز لها بالأرقام الرومانية من I إلى XII تبعا لمنشئها من الدماغ من الأمام إلى الخلف.

الرسم الكهربي للدماغ

إذا قرر طبيب الأعصاب إجراء فحص التخطيط الكهربائي لدماغك، فقد تتساءل عن نوعية هذا الفحص وما إذا كان مؤلما أو صادما له. كما أنك قد ترغب في معرفة نوعية المعلومات التي بإمكان هذا الفحص تقديمها لك.التخطيط الكهربائي

جهاز عصبي مركزي	الدماغ	دماغ أمامي	الدماغ الانتهائي (المخ)	دماغ شمي rhinencephalon ، أميغدالا = لوزة عصبية amygdala ، حصين، قشرة جديدة، بطينات جانبية
			دماغ بيني	مهيد epithalamus ، مهاد ، الوطاء أو تحت المهاد , مهاد تحتاني subthalamus، غدة نخامية ، غدة صنوبرية ، البطين الثالث
		دماغ متوسط		سقف تشرح عصبي tectum ، سويقة مخية cerebral peduncle ، برتيكتوم pretectum ، المسال الدماغي
		دماغ خلفي	دماغ تالي	المخيخ، الجسر
			دماغ بصلي	النخاع المستطيل
	نخاع شوكي			



جدول يبين الأعصاب الدماغية ووظيفة كل عصب

#	العصب	الوظيفة
I	العصب الشمي	عصب حسي ينقل حاسة الشم
II	العصب البصري	عصب حسي ينقل حاسة البصر
III	العصب المحرك للعين	عصب حركي يعصب جميع عضلات العين عدا العضلة المنحرفة العلوية والعضلة المستقيمة الوحشية
IV	العصب البَكَري	عصب حركي يعصب عضلة واحدة فقط هي العضلة المنحرفة العلوية
V	العصب الثلاثي التوائم	عصب حسي وحركي يعصب الوجه وجوف الحجاج والحفرة الأنفية والفم تعصيباً حسياً .وتسلكه ألياف حركية وإفرازية
VI	العصب المبعِّد) المحرك الوحشي للعين(	هو عصب حركي يعصب عضلة واحدة من عضلات العين هي العضلة المستقيمة الوحشية
VII	العصب الوجهي	يعصب عضلات الوجه حركيا ويحتوي على ألياف لا ودية مفرزة للغدة الدمعية والأنف والغدتين تحت الفك وتحت اللسان والغدد اللسانية
VIII	العصب الدهليزي القوقعي	ينقل إحساسات التوازن السكوني من القريبة والكييس، والتوازن الحركي من الأقنية نصف الدائرية
IX	العصب البلعومي اللساني	يعصب عضلات شراع الحنك ومخاطية البلعوم والسبعة اللسانية (ينقل الحس العام وحاسة الذوق لمختلف الطعوم(
X	العصب المبهم	ينقل الذوق من قاعدة اللسان خلف السبعة اللسانية حتى لسان المزمار. ويعصب عضلات شراع الحنك والبلعوم والحنجرة
XI	العصب الإضافي	يعصب عضلات الحنجرة وعضلات الشهيق وينظم عملية الزفير
XII	العصب تحت اللسان	يعصب عضلات اللسان

للدماغ هو اختبار الأعصاب الذي يسجل النشاط الكهربائي في الدماغ، وغالبا ما يتم إجراؤه للكشف عن النوبات أو التشنجات أو غير ذلك من النشاط. غير الطبيعي للمخ. وقد تمكن العلماء من تسجيل التغيرات الكهربية التي تحدث في الخلايا العصبية في الدماغ وذلك بتوصيل قطبين بأجزاء مختلفة من الراس وتسجيل النشاط الكهربي لأجزاء قشرة المخ وذلك باستخدام جهاز يطلق عليه رسام الدماغ الكهربي electroencephalograph (ECG) ويظهر التسجيل علي شكل موجات تسمي موجات الدماغ brain wavesوتقسم الموجات طبقا لضخامتها ومعدل حدوثها إلى ثلاثة أنواع الفا وبيتا ودلتا والموجة الفا هي الموجة

السائدة. وقد اظهر الرسم الكهربي أن الدماغ نشط دائما حتى أثناء النوم أو الراحة كما أظهر التسجيل لهذه الموجات اختلاف الموجات طبقا للحالة التي يكون عليها الفرد ومثال ذلك اختلاف الموجات للإنسان النائم عن اليقظ ومن الأنسان النائم نوما عميقا عن ذلك الذي نام نوما خفيفا ويختلف التسجيل كذلك إذا كان الفرد مغلق العينين أو مفتوح العينين وما هذه الحالات إلا حالات قليلة من المتغيرات والاختلافات والنشاطات التي يكون عليها الفرد والتي تتجلي جميعها بتغيرات اضحة في الموجات المسجلة وشدتها. وقد استفاد الأطباء من هذه التغيرات الموجية لتسجيل حالات المخ سواء كانت العادية أو المصاحبة بالاضطرابات العصبية أو الخلل الوظيفي أو الإصابة ببعض الأمراض مثل أورام المخ وتحديد أماكنها في الدماغ ومن الجدير بالذكر الإشارة إلى التغيرات القوية التي تلاحظ في الأمواج المخية عند الأفراد المصابين بالصرع مقارنة بالأفراد العادين ويعتبر هذا التشخيص من العلامات البارزة في التعرف على هذا المرض.

الحبل الشوكي

النخاع الشوكي أو الحبل الشوكي (Spinal cord) هو جزء من الجهازالعصبي المركزي والذي يبدأ من قاعدة الدماغ تحديداً من النخاع المستطيل، ويمر خلال النفق الفقري أو القناة الفقرية للعمود الفقري، وهو أنبوبي الشكل ويتكون من حزمة من الأعصاب التي تعتبر امتداداً للجهاز العصبي المركزي من الدماغ، ويحميها مجموعة من العظام تسمى العمود الفقري. والوظيفة الرئيسية للنخاع الشوكي هي نقل النبضات العصبية من وإلى الدماغ وتوصيلها الأعصاب الفرعية. هو عبارة عن حبل طويل من الأعصاب الشوكية يتراوح طوله حوالي ٤٥ سم في القناة الفقرية في الفقرات. وللحبل الشوكي له دور مهم في توصيل الإشارات الكهربائية من وإلى الدماغ حيث يقوم بتوصيل الإشارات الكهربائية من الدماغ إلى العضلات إذا أراد الإنسان تحريك يده مثلاً، ويقوم بعمل الفعل المنعكس إذا لمس إنسان جسم ساخن، حيث يقوم بإصدار الأمر إلى العضلات بالتحرك قبل أن تصل إلى الدماغ. ويحاط الحبل الشوكي بثلاث أغشية للحماية مثل الدماغ وهذه الأغشية هي الأم الحنون والأم الجافية، وتوفر هذه الأغشية للحبل الشوكي الحماية من الصدمات، كما يكون النخاع الشوكي من منطقتين متمايزتين هما (شكل٥١).

منطقة رمادية مركزية: تتكون هذه المنطقة من الأجسام الخلوية التي تعد منطلق المحاور والألياف العصبية التي تمتد إلى خارج المنطقة.

منطقة بيضاء محيطية: تتكون المنطقة من الألياف القادمة من الجسم اللاخلوي على غرار الجزء الممتد إلى خارج منطقة النخاع الشوكي والتي تكون عبارة عن محور أسطواني محاط بغمد النخاعين أو صفائح المايلين ويغلفهما خلايا شوان، تكون الألياف في المادة البيضاء عبارة عن محور أسطواني محاط بغمد النخاعين فقط.

وظائف الحبل الشوكي:

للحبل الشوكي وظيفتان هامتان هما:

- الحبل الشوكي هو المركز الرئيسي للأفعال الانعكاسية وتقوم المادة الرمادية بهذه الوظيفة، وتوجد في الحبل الشوكي مراكز لمئات بل الأف من الأقواس الانعكاسية. نقل الإشارات العصبية من وإلى المخ وتقوم المادة البيضاء بهذه الوظيفة
- تنقل الأعصاب الشوكية السيالات العصبية بين الحبل الشوكي وأجزاء الجسم التي لا تتصل بالأعصاب الدماغية ولما كان كل عصب يحتوي على خليط من الأعصاب الحسية والألياف الحركية فإنه يقوم بوظيفتي الإحساس والحركة معا ولذلك فأن أية إصابة تصيب العصب الشوكي وتمنعه من نقل السيالات العصبية ينتج عنها فقدان الإحساس وعم القدرة على الحركة ومن أمثلة ذلك ما يلاحظ عند التهاب أو إصابة عرق النسا والذي ينتج من إصابة العصب الشوكي الوركي sciatic nerve والذي يتصل بالفخذ والساق ويمتد حتى القدمين وما يلاحظ على الشخص من عدم القدرة على تحريك الطرف المصاب.

الفعل الانعكاسي Reflex action:

يعتبر الفعل الانعكاسي هو أبسط أنواع النشاط العصبي ويظهر هذا النشاط على شكل حركة أو إفراز، وأساس هذا الفعل الانعكاسي هو ما يسمى بالقوس الانعكاسية وأبسط مثال للفعل الانعكاسي هو ما يحدث عندما تلمس اليد جسما ساخنا حيث يلاحظ أن اليد تتحرك بسرعة بعيدا عن الجسم. ويتكون القوس الانعكاسي من خمسة أجزاء وهي: عضو الاستقبال مثل أحد أعضاء الحس خلية عصبية حسية، خلية عصبية رابطة، خلية عصبية حركية، عضو استجابة مثل عضلة أو غدة من الغدد. فعند لمس أحد الأجسام الساخنة مثلا فإن أعضاء القوة الانعكاسية هي الجلد والذي يعتبر عضو الاستقبال لأن نهايات الأعصاب المنتشرة فى الجلد تتأثر بالحرارة وهذه النهايات هي تفرعات ليفة عصبية حسية. وتنشأ إشارات عصبية فى هذه النهايات تنتقل من خلال الليفة الحسية إلى جسم الخلية الحسية ثم عبر محور الخلية الذي يكون الليفة العصبية الحركية ثم تنتقل الإشارة العصبية إلى تفرعات المحور النهائية التي تتصل بعضلة الذراع حيث تنقبض العضلة وبسبب انقباضها تحرك اليد بعيدا عن الجسم الساخن وتعتبر عضلة الذراع فى هذه الحالة عضو الاستجابة (شكل ٥٢).

الجهاز العصبي الطرفي Peripheral Nervous System:

يتكون الجهاز العصبي الطرفي من الأعصاب المتصلة بالجهاز العصبي المركزي والمنتشرة في أنحاء الجسم المختلفة وتقسم إلى قسمين، الأعصاب الدماغية والأعصاب الشوكية.

الأعصاب الدماغية: تشتمل الأعصاب الدماغية على الأعصاب المتصلة بالدماغ وعددها ١٢ زوجاً تخرج على الجنبين من أسفل الدماغ ومعظمها من ساق الدماغ، وللأعصاب الدماغية أسماء تدل على وظائفها أو الأعضاء التي تتصل بها وقد تعرف بأرقامها. وبشكل عام فأن الأعصاب الدماغية اما اعصاب حسية تنقل النبضات الحسية من حواس البصر والسمع والشم والذوق وسائر أجزاء الرأس والوجه وأحاسيس مضغ الطعام وابتلاعه إلى الدماغ. كما أنها قد تكون أعصاب حركية تنقل النبضات الحركية التي تتحكم في العضلات المسئوولة عن حركة مقلة العين واللسان، وتعبيرات الوجه والكلام والمضغ وإفراز اللعاب وحركة الكتفين وإدارة الرأس إلي الدماغ.

الأعصاب الشوكية: هي الأعصاب الناشة من النخاع الشوكي، وتعتبر جزء من الجهاز العصبي اللامركزي و الطرفي. يحتوي جسم الإنسان على ٣١ زوج من الأعصاب الشوكية، حيث يخرج كل عصب شوكي من بين فقرتين في العمود الفقري. ويتم تصنيف الأعصاب الشوكية حسب جزء النخاع الشوكي والتي تخرج منة:

- **منطقة الرقبة:** يخرج من هنا ٨ أعصاب شوكية، ويرمز لها ب ر ١ – ر٨
- **منطقة الصدر:** يخرج منها في الجسم البشري ١٢ عصب شوكي، ويرمز لها ب ص١ – ص١٢
- **منطقة القَطَن (ما تحت الصدر):** يخرج منها في الجسم البشري ٥ أعصاب شوكية، ويرمز لها ب ق١– ق٥
- **منطقة العجُز (أسفل الظهر):** يخرج منها في الجسم البشري أيضاً ٥ أعصاب شوكية، ويرمز لها ب ع١– ع٥
- **منطقة العصعص:** يخرج منها في الجسم البشري عصب واحد، يرمز له ب CO١.

الجهاز العصبي الذاتي Autonomic Nervous System:

يتألف الجهاز العصبي الودي من الأعصاب التي تربط الجهاز العصبي المركزي بالأحشاء كالقلب والمعدة والأمعاء والغدد المختلفة وله دور في الأنشطة غير الإرادية (شكل ٥٦–٥٣). ينظم الجهاز العصبي الذاتي النشاطات التي لا تقع تحت إرادة الإنسان أو الحيوان فهو يتصل بغدد الجسم المختلفة وعضلة القلب والعضلات الملساء، وينظم ضربات القلب وحركات القناة الهضمية، والتغيرات التي تحدث في قطر الأوعية الدموية. وغير ذلك من وظائف الجسم الداخلية الأخرى. ولذلك يمكنا القول أن هذه النشاطات جميعها وغيرها تحت سيطرة الجهاز العصبي الذاتي، ولكن طبيعة هذه السيطرة انعكاسي بحت بحيث يطلق على هذه النشاطات اسم الأفعال الانعكاسية للأحشاء visceral reflexes، ويطلق على أجزاء الجهاز العصبي التي تنظم هذه النشاطات الانعكاسية الذاتية أو الانعكاسية اللاإرادية اسم الجهاز العصبي الذاتي، وعلى الأعضاء التي تستجيب لهذه الأفعال الانعكاسية اسم أعضاء الاستجابة الذاتية أو الانعكاسية autonomic effectors.

ويتكون الجهاز العصبي الذاتي من جزئين هما الجهاز العصبي السمبثاوي والجهاز العصبي جار السمبثاوي. ويتكون كل جزء بدوره من مجموعة من العقد العصبية والأعصاب. ولما كانت العقد السمبثاوية متصلة بالمنطقتين الصدرية والقطنية من الحبل الشوكي فأن الجهاز السمبثاوي يطلق عليه أيضا اسم الجهاز الصدري القطني بينما نجد أن العقد جار السمبثاوية تتصل بساق الدماغ والقطع العجزية من الحبل الشوكي ولهذا يسمي الجهاز جار السمبثاوي أيضا بالجهاز الدماغي العجزي.

الجهاز العصبي السمبثاوي Sympathetic Nervous System:

وهو من أسهل الأجزاء وضوحا ويمكن مشاهدته بالعين المجردة عقب عمليات التشريح ويتكون الجهاز من جزعين سمبثاويين يوجدان على جانبي العمود الفقاري. ويعمل الجهاز العصبي السمبثاوي عمل جهاز الطوارئ وبه يواجه الحيوان الظروف الطارئة أو المفاجئة التي يتعرض لها مثل الغضب والخوف أو الكره أو القلق أو الحزن أو الفرح فهو يعمل على بروز العين إلى الأمام وتوسيع حدقتها والتقليل من إفراز اللعاب والعصارات الهاضمة الأخرى وتوسيع الشعب الهوائية. كما يزيد من سرعة ضربات القلب وقوتها ويؤدي إلى تضييق معظم الأوعية الدموية مسببا بذلك ارتفاع ضغط الدم ولكنه في نفس الوقت يؤدي إلى توسيع الأوعية الدموية التي تغذي العضلات الهيكلية فيزيد بذلك وصول الدم إلي العضلات. يحفز الجهاز السمبثاوي أيضا الغدتين فوق الكلويتين لإفراز هرمون الأدرينالين الذي يساعد علي تحويل الجليكوجين إلى سكر وبالتالي تزيد نسبة السكر في الدم لتوفر للعضلات ما تحتاجه من جلوكوز والذي يؤدي بتأكسده إلى توفير الطاقة. وبذلك يمكن الإيجاز بان هذا الجهاز يحدث من التغيرات الفسيولوجية والأيضية ما يجعل الجسم مستعدا للقيام بمجهود عضلي عنيف يمكن الكائن من القتال أو الهروب ولهذا يطلق على هذه المجموعة من التغيرات التي يحدثها الجهاز السمبثاوي أعراض الكر والفر (fight–or–flight syndrome).

الجهاز العصبي جار السمبثاوي Parasympathetic Nervous System:

يتألف هذا الجهاز من ألياف وعقد عصبية ويتكون من الأعصاب القُحفية، والأعصاب الشوكية العجزية في الفقرات الثانية والثالثة والرابعة. وهي أعصاب واردة وأخري أعصاب صادرة. الألياف الواردة هي الأعصاب النخاعية تأتي من الأحشاء إلى الخلايا العصبية الموجودة إما في العقد الحسية في الأعصاب القُحفية أو في عقد الجذر الخلفي للنخاع الشوكي. ثم تدخل الأعصاب الواردة إلى المراكز الذاتية العليا في الدماغ. أما الألياف الصادرة فتوجد خلاياها في نوى الأعصاب القُحفية الثالث والسابع والتاسع والعاشر، كما توجد كذلك في المادة الرمادية للأعصاب الشوكية العجزية الثاني والثالث والرابع. تخرج الخلايا العصبية النخاعية من النخاع الشوكي عبر جذور الأعصاب الشوكية الأمامية لتصل إلى العقد الموجودة بعيداً عن الحبل الشوكي في جدار العضو المتصل بالعصب. ولهذا يلاحظ إن هذه الخلايا العصبية الأولية قبل العقدية طويلة بعكس الخلايا العصبية

الودية فتكون ومما تجدر الإشارة الية ان عمل الجهازين الودي ونظير الودي متعاكساً، فيقلل أحدهما من تأثيرات الآخر، وعادة دور الجهاز الودي محرّض أو منبّه أو مثير، بينما دور الجهاز نظير الودي سلبي او مثبّط. كما تجدر الإشارة أيضا إلي أن الرسول العصبي في تشابك الأعصاب نظيرة الودية هو مادة الأستيل كولين. وخلاصة القول أن الجهاز الودي يزيد من قوة عضلة القلب أو يزيد من عدد دقات القلب، ويسبب ضيق الأوعية الدموية الطرفية، ويوسع القصبات الهوائية أو البؤبؤ ويرفع الضغط الدموي، ولكنه يخفف من الحركة اللولبية للأمعاء، ويضيّق العاصرة المثانية والشرجية. أما الجهاز نظير الودي فوظيفته هي استعادة الطاقة، فهو يقلل من عدد دقات القلب ويزيد من الحركة اللولبية للأمعاء ومن نشاط الغدد، ويفتح العاصرة المثانية، ويضيّق القصبات الهوائية والبؤبؤ. ويبين الجدول التالي اهم الاختلافات بين طريقة عمل الجهاز الودي السمبثاوي والجهاز الودي الغير سمبثاوي.

الجهاز العصبي السمبثاوي	الجهاز العصبي النظير سمبثاوي
يخرج من الفقرات الصدرية والفقرات القطنية	يخرج من المخ والفقرات العجزية
له عقد سمبثاوية وسلسلة سمبثاوية	ليس له عقد سمبثاوية أو سلسلة سمبثاوية
ناقله العصبي هو الادرينالين ماعدا في الغدد العرقية	ناقله العصبي هو الاستايل كولين
ينشط الانفعالات	يثبط من الانفعالات ويدفع الجسم نحو الاسترخاء
هيمنته تؤدي الى نقص الوزن	هيمنته تؤدي الى زيادة الوزن
مجمل العمليات التي يقوم بها في صرف للطاقة	مجمل العمليات التي يقوم بها في تخزين للطاقة

دور الجهاز العصبي في تنظيم العمليات الفسيولوجية

تكمن مهمة الجهاز العصبي الرئيسية في الجسم في المحافظة على حياة الإنسان من خلال التحكم في وظائف جميع وحدات الجسم العاملة ابتداء من أصغر وحدة وهي الخلية ولغاية أكبر وحدة وهو الجهاز. إن مبدأ التركيب هو الذي يحدد الوظيفة، وهو الذي يجعل الدماغ الجهاز العصبي قائد الجسم والمسؤول عن التنظيم الداخلي وذلك على النحو الآتي:

- يتحكم الجهاز العصبي بكل خلية من خلايا الجسم وذلك بحكم إفرازات تفرعاته العصبية التي تصل إلى جميع الخلايا
- يتحكم الجهاز العصبي في جهاز الغدد الصماء المسؤولة عن إفراز هرمونات الجسم المختلفة.

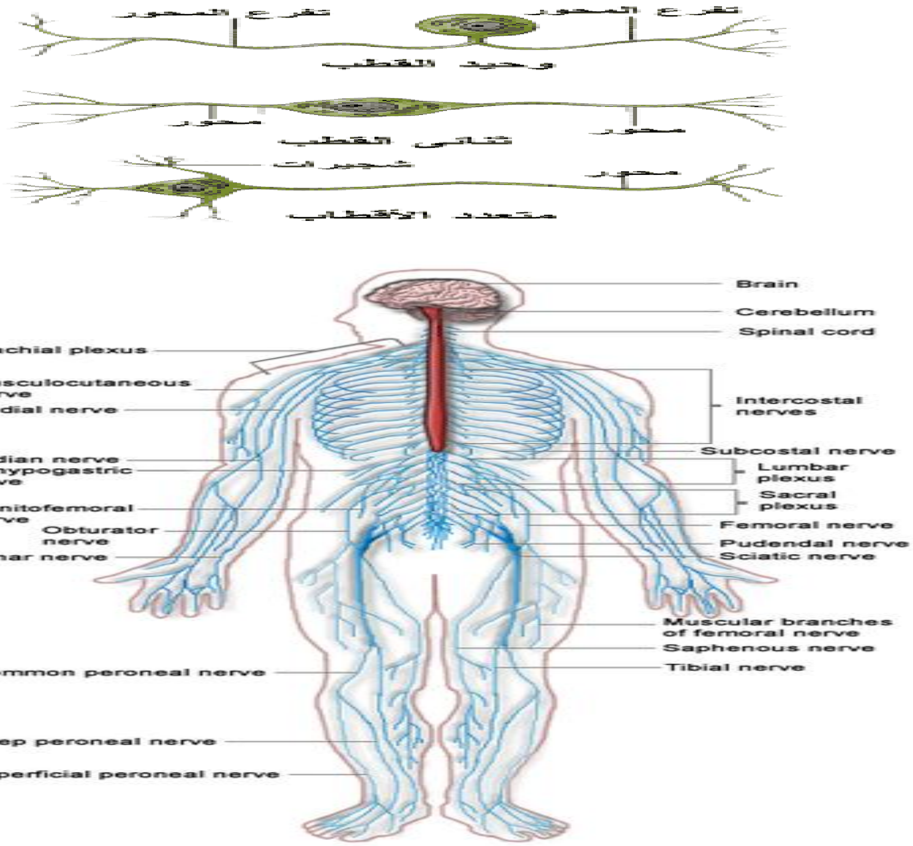
- الجهاز العصبي وعبر جهازه السمبثاوي يستطيع أن ينشّط أي عملية كيميائية في الجسم وبالمقابل يستطيع تهدئة أي نشاط كيميائي أيضا عبر الفرع الآخر منه وهو التحت سمبثاوي.
- يتحكم الجهاز العصبي بجهاز الغدد الصماء الذي يفرز إما هرمونات منشطة أو مثبطة في خلايا الجسم تتحكم بالعمليات الكيميائية والفسيولوجية.
- يستطيع الجهاز العصبي ومن خلال الأعصاب الحسية والمستقبلات الخاصة الموزعة في الجسم معرفة كل ما يجري داخل الجسم وخارجه.
- يستطيع الجهاز العصبي، ومن خلال أعصاب الحركة، حفز عضلات الجسم على الانقباض وبالتالي القيام بالحركة مهما كان نوعها طبقا لقدرات الجسم الفسيولوجية والميكانيكية .فلا عجب إذن، بأن يكون الجهاز العصبي هو منظم نشاط الجسم الكيميائي والحركي علما بأن هدف التنظيم يكون دائما المحافظة على حياة الإنسان.

أن المبادئ الأساسية لعمل الجهاز العصبي عند تنظيم تتمحور حول المحافظة على حياة وصحة الجسم، ولذلك فإن هناك مجموعة من مبادئ الإدارة الأساسية التي يتبعها الجهاز العصبي في إدارته لشؤون الجسم الداخلي ومنها اتخاذ الاحتياطات المسبقة لمواجهة الأزمات الطارئة لكي تستطيع وحدات الجسم الوظيفية القيام بوظائفها اليومية بكفاءة وفعالية فإنها تحتاج للطاقة والمواد المساعدة للحفاظ على بيئة الجسم الداخلية وصحة خلايا الجسم ولمواجهة أي نقص مفاجئ قد يؤثر سلبيا على سلامة البيئة الداخلية في جسم الإنسان. ولذلك فالجهاز العصبي يحتاط للأزمات قبل وقوعها وذلك من خلال:

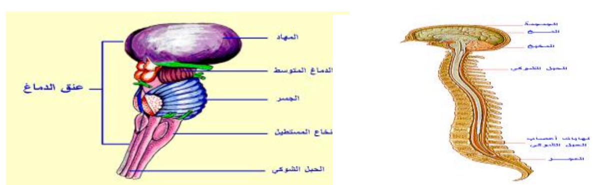
- خزن الفائض من أي طعام يتناوله الإنسان في حياته اليومية وذلك على شكل طاقة مركزة هي الدهون، ويكون مكان الخزن هو الأنسجة الدهنية الواقعة تحت الجلد إضافة للعضلات والتي وإن كانت بالدرجة الأولى تتشكل من البروتين إلا أنها تستطيع أيضا خزن الدهن.
- خزن كمية من الجلوكوز على شكل جليكوجين في الكبد وفي العضلات وبهذا الخزن للجلوكوز فإن الجهاز العصبي يحتاط لأي نقص في مصدر طاقته الرئيسية على اعتبار أن الجلوكوز هو الغذاء الأساسي للجهاز العصبي.
- خزن كمية من الفيتامينات في الجسم وبشكل خاص الفيتامينات التي تذوب في الدهن (فيتامينات A,D,E,K) وكذلك المواد المعدنية الأساسية التي يحتاجها الجسم مثل الحديد الذي يخزن في نخاع العظم والكبد والكليتين، والبوتاسيوم الذي يخزن في العضلات والكالسيوم الذي يخزن في العظام.
- عندما يتعرض جسم الإنسان لنقص حاد في مصادر الطاقة، كما يحدث في حالات المجاعة أو الصيام الطويل المستمر في أنظمة الريجيم القاسي، فإن الجهاز العصبي ومن خلال تحكمه بالجهاز السمبثاوي وتحت السمبثاوي

وبجهاز الغدد الصماء، يقوم بخفض استهلاك الجسم للطاقة إلى أقل درجة ممكنة، وإلى جانب ذلك، يزيد الجهاز العصبي من فاعلية ونشاط الأنزيمات المسؤولة عن خزن الطاقة. في هذا الصدر تجدر الإشارة إلي أن عملية استخدام الجلوكوز كمصدر للطاقة تحتاج لأكسجين أقل من استخدام الدهون، وهذا ضروري وبخاصة في حالة كون النشاط الذي تقوم به العضلات من النوع الذي يحتاج إلى الأكسجين بكميات كبيرة، فإذا تم استخدام الدهون كمصدر للطاقة فإن الجهاز الدوري التنفسي لن يستطيع توفير كمية الأكسجين المطلوبة لهذا النشاط. إذا لكي يتم استخلاص الطاقة من الدهون أثناء النشاط الحركي، فإن المجهود الذي تقوم به العضلات يجب أن يكون ضمن قدرة الجهاز الدوري التنفسي في توفير الأكسجين اللازم لاستخدام الدهون كمصدر الطاقة. ومن المبادي التي يمكن الاشارة اليها في ذلك مبدأ قلة الاستخدام وما يترتب علية من مضاعفات حيث تؤدي قلة الاستخدام للعضو إلي فقدان الوظيفتة والاستغناء عنه تدريجيا، وهذا المبدأ ينطبق بشكل رئيسي على العضلات والتي عندما لا تقوم بمهمة الانقباض تضمر وتترهل بسبب تراكم الشحوم فيها واحتلالها مكان البروتين، وعل العكس مما يفي الجسم مبدأ أخر وهو مبدأ التعويض والذي ينص علي ان وحدات الجسم التي تُستخدم كثيرا ويقع عليها ضغط كبير تنال رعاية واهتمام الجسم، فالعضلات التي تستخدم كثيرا يزداد ورود الدم إليها وتزداد في خلاياها الأنزيمات المسؤولة عن إنتاج الطاقة فتصبح أكثر فاعلية وكفاءة في أداء وظيفتها اليومية[١١-١٤].

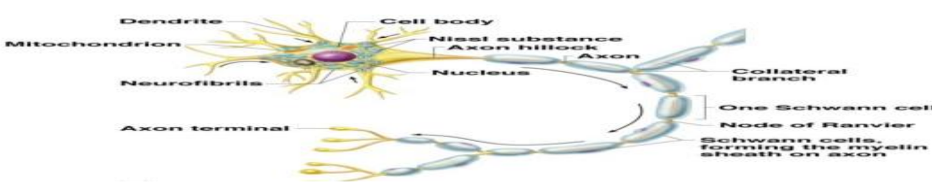
قائمة الأشكال



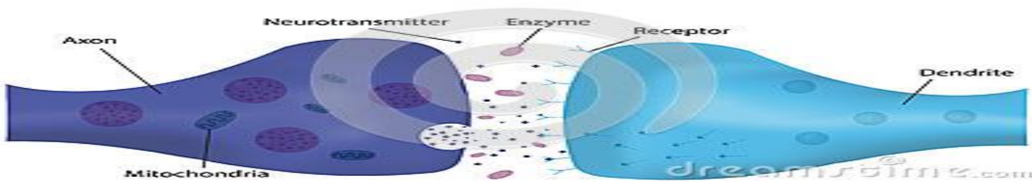
شكل (٤٧): الخلايا العصبية والجهاز العصبي في الأنسان



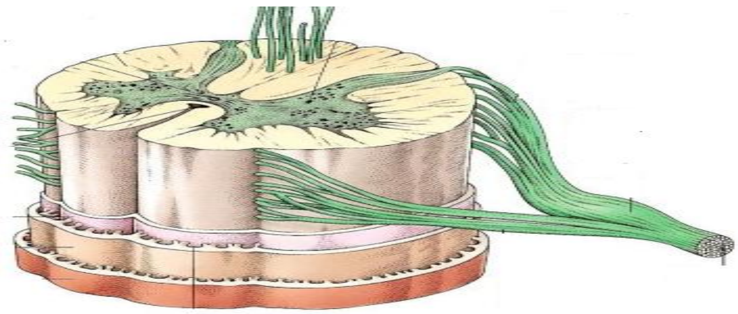
شكل (٤٨): الجهاز العصبي المركزي وساق الدماغ



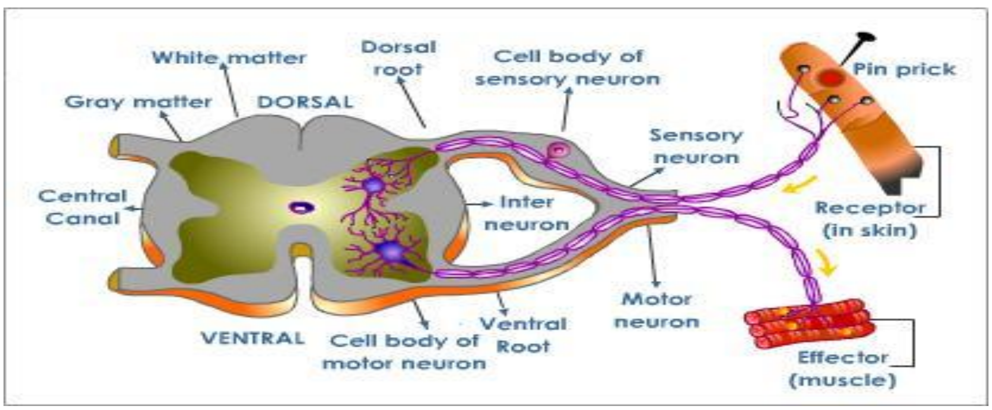
شكل (٤٩): الخلية العصبية وحدة بناء الجهاز العصبى



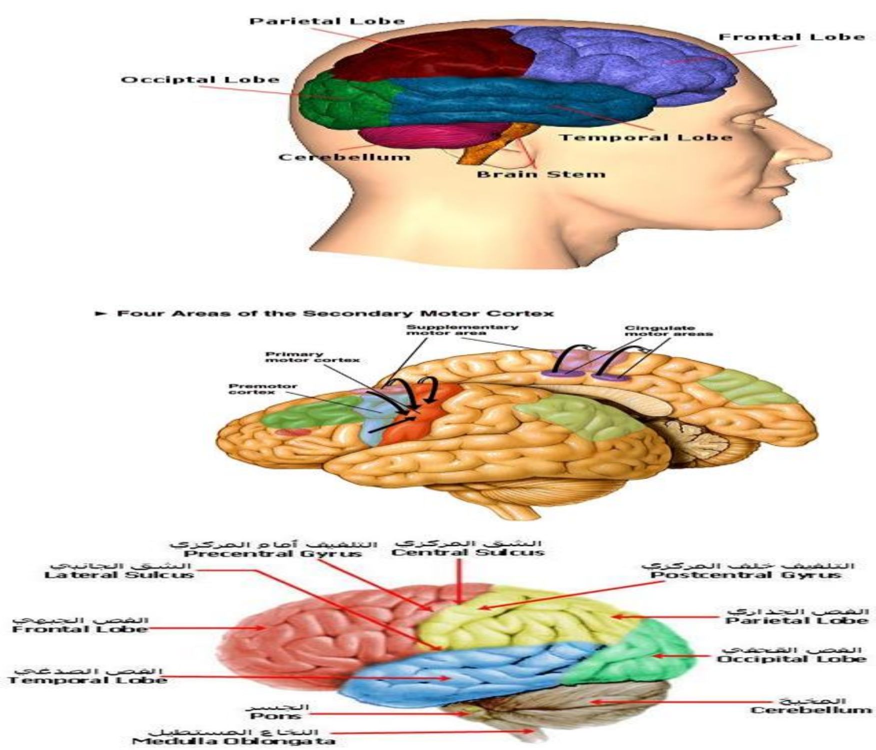
شكل (٥٠): المشتبك العصبى



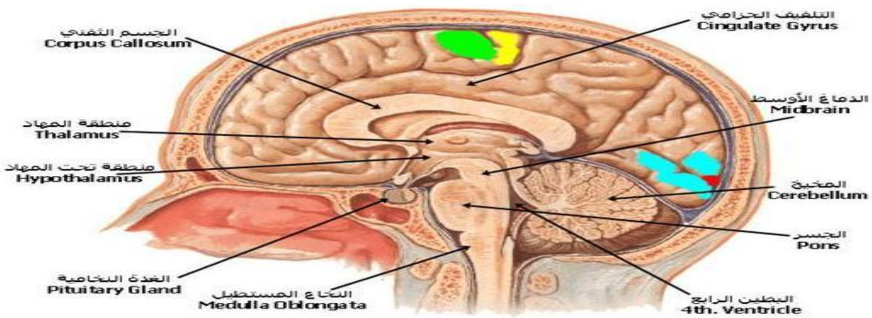
شكل (٥١): الحبل الشوكي والأعصاب الطرفية



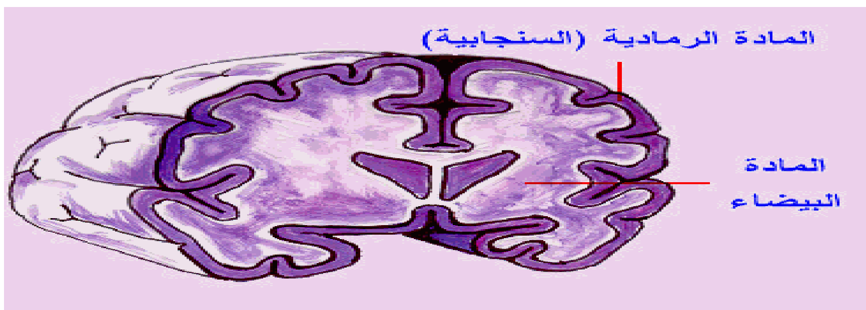
شكل (٥٢): رسم تخطيطي يبين مسارات الفعل المنعكس



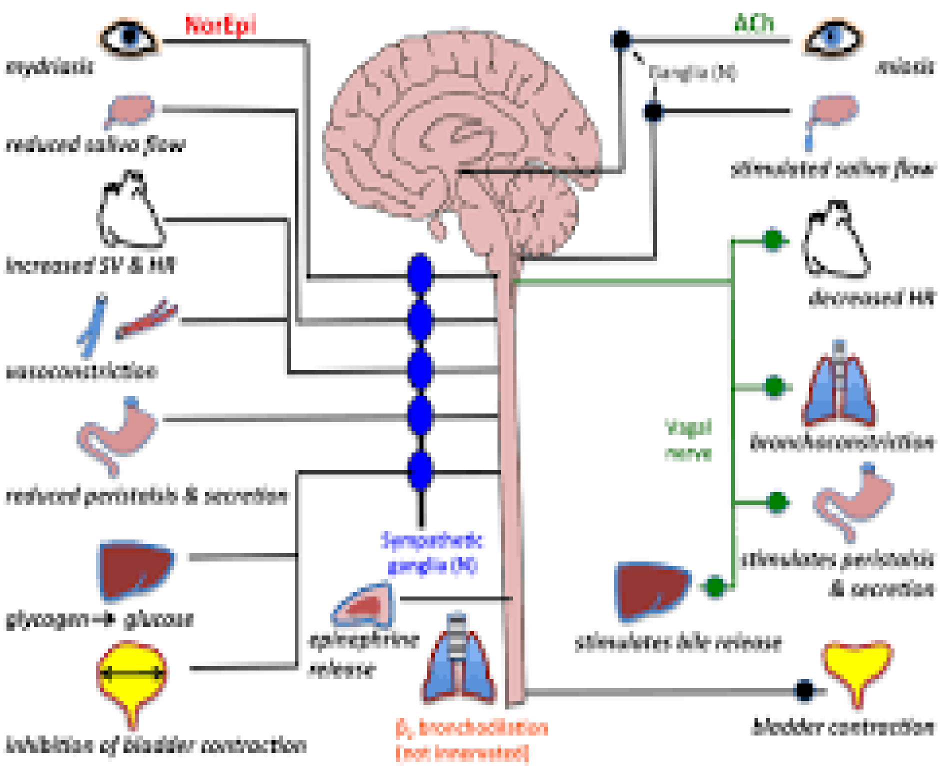
شكل (٥٣): مناطق الدماغ في الأنسان



شكل (٥٤): الجهاز العصبي المركزي ومناطق الدماغ



شكل (٥٥): المادة الرمادية (السنجابية) والمادة البيضاء في المخ



شكل (٥٦): الجهاز العصبى السمبثاوي والجارسمبثاوي

قائمة المراجع

١-Nervous Systems And Sensory Organs From Protists To Vertebrates ...https://www.ukessays.com/.../nervous-systems- and-sensory-organs-from- protists-to-vertebrates-biology-essay.php

٢-A Student's Text-book of Zoology: Protozoa to Chaetognatha - Google BooksResult https://books.google.com.sa /books?id =٠ycIAQAAIAAJ

٣- Protozoa - protozoans, division, stimuli, fig, movement, light ...gluedideas.com/content-collection/ ...١٨...of.../Protozoa_P٨.html

٤-Invertebrate body structure' group-Entomologists' glossary...www.amentsoc.org/.../invertebrate-body-structure

٥- Principles in the Organization of Invertebrate Sensory Systems www.comprehensivephysiology.com/.../refId-cp٠١٠١٢٨.html

٦-Parasite adaptations to within-host competition. - NCBI www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/١٩٤٠٩٨٤٦

٧-Parasitology: A Conceptual Approach - Google Books Result https://books.google.com.sa/books?isbn=١٣١٧٤٠٧٧٢٥

٨-vertebrate nervous system - The Worlds of David Darling www.daviddarling.info/.../V/vertebrate_nervous_system.html

٩- Nervous system - Wikipedia, the free encyclopedia https://en.wikipedia.org/wiki/Nervous_system

١٠-The Central Nervous System of Vertebrates - Google Books Result https://books.google.com.sa/books?isbn=٣٦٤٢١٨٢٦٢٣

١١-Nervous System: Facts, Function & Diseases - Live Science www.livescience.com/٢٢٦٦٥-nervous-system.html

١٢-Nervous System: Explore the Nerves with Interactive Anatomy Pictures www.innerbody.com/image/nervov.html

١٣-Central Nervous System Anatomy: Overview, Gross Anatomy...emedicine.medscape.com/article/١٩٤٨٦٦٥-overview

١٤-Anatomy & Function of the Central Nervous System - eMedicineHealthwww.emedicinehealth.com/... central_nervous_system/article_em.htm

الباب الثالث

التآزر الهرموني

- الفصل الأول: خصائص الهرمونات
- الفصل الثاني: جهاز الغدد في الحيوانات اللافقارية
- الفصل الثالث: جهاز الغدد الداخلية في الفقاريات

مقدمة:

من مكونات الجسم الرئيسية جهازين رئيسين هما . الجهاز العصبي: وهو الجهاز المسؤول عن إحداث وتنظيم الأعمال السريعة والحركات اللحظية في الجسم والتي قد تستمر من لحظة إلى لحظة ومن يوم إلى يوم مثل انقباض العضلات وعمليات الهضم والتبرز والتبول والتنفس وضبط ضغط الدم والتخاطب والسمع والرؤية والتفكير والتذكر والإحساس فالجهاز العصبي هو الجهاز الذي ميّز الخالق سبحانه وتعالى به المملكة الحيوانيّة عن غيرها من الكائنات، ويتكون الجهاز العصبي من وحدات بنائية دقيقة متفردة في شكلها ووظيفتها هي الخلايا العصبية والتي توجد بالملايين في بعض الكائنات مثل الحيوانات الفقارية، كما يوجد بالجهاز العصبي أيضا ما يسمّى أعضاء الإحساس ووظيفتها استقبال المعلومات الواردة من المحيط الخارجي. اما عن التركيب العام فيتكون الجهاز العصبي من قسمين رئيسيّين هما: الجهاز العصبي المركزي ومهمّته تنظيم جميع أنشطة الجهاز العصبي والتحكّم فيها عن طريق الدّماغ والنّخاع الشوكي ، أمّا الجهاز العصبي المحيطي فمهمّته هي نقل الإشارات والرّسائل ما بين الجهاز العصبي المركزي وأعضاء الجسم المختلفة. اما الجهاز الأخر والذي يقوم أيضا بتنظيم البيئة الداخلية للكائن الحي فهو جهاز الغدد الصماء. إن علم الغدد الصماء ليس من العلوم القديمة ولكنه علم حديث نسبيا وقد اتخذ تاريخ ميلاده عام ١٩٠٢ علي يد العالمان الإنجليزيان بايلس وستارلنج من خلال تجاربهما للتعرف على كيفية إفراز البنكرياس لعصارته الهاضمة في الأمعاء الدقيقة وهو الجهاز المسؤول عن التحكم في عمليات التكوين داخل الأرحام قبل الولادة. وما يعقب ذلك من عمليات النمو والتطور الوظيفي والحجمي لسائر أعضاء الجسم. كما يقوم هذا الجهاز ايضا بعد الولادة كذلك المحافظة على نسب شبه ثابتة من الأملاح المعدنية والسوائل والسكريات والدهنيات والبروتينات داخل الجسم وإحداث البلوغ و الحمل والإنجاب وغير من الوظائف المعتمدة الأخرى. تقوم الغدد بإرسال إفرازاتها مباشرة في الدم، وليس عبر قنوات كما هو الحال في الغدد القنوية او غير الصماء، ولذلك يعتبر وجود الهرمونات أساسًا في تنسيق وتنظيم وظائف الجسم والهرمونات إما أن تكون لها تأثير حافزي أي منشط، أو تأثير مثبط.

الفصل الأول

خصائص ووظائف الهرمونات:

وظائف الهرمونات:

تلعب الهرمونات دوراً أساسيا في تنظيم النشاطات الداخلية في الجسم؛ مثل: النمو والتغذية، وتخزين المواد الغذائية، واستعمالها وعمليات التناسل والتغيرات الفسيولوجية والوظيفية التي تحدث نتيجة للتطورات العمرية سواء كان الكائن الحي ذكر أو أنثى، والمحافظة علي معدلات المستوي الأيضي في الخلايا سواء كان معدل للهدم أو البناء والتحكم في مستويات الطاقة والماء ودرجة حرارة الجسم وغير ذلك من الوظائف الأخرى التي يتطلبها الجسم. وكما اشرنا من قبل فالهرمونات مواد كيماوية تفرز من الغدد اللاقنوية، تعمل بكميات غاية في البساطة وتدور في الدم بصفة مستمرة ليل نهار، ولها أبعد الأثر في وظائف أعضاء الجسم جميعًا فهي التي تقرّر نسبة النمو والشكل والنعومة والرجولة والأنوثة، والقوة والضعف والانفعالات في جسدنا، وكل ما يمت إلى البقاء بصلة، وما ذكرناه لا شيء أمام قدرة سلطتها، فحتى تصرفات الشخص وأخلاقياته وعاداته وأحكامه على الأمور وعلى الأشخاص، كلها تقع تحت سيطرة هذه الهرمونات. ويعتبر كل هرمون بمثابة رسول كيميائي محدد الوظيفة يسري في مجرى الدم، من الغدة المفرِزة إلى الخلية أو النسيج الهدف؛ ليؤدي دورًا محددًا، فالهرمونات في الأصل عبارة عن بروتينات أو سلاسل ببتيدية، وهذه السلاسل تعتبر أحد مراحل تكوين البروتين.

خصائص الهرمونات:

*تنتج هذه الهرمونات من مناطق محددة في جسم الكائن الحي تعرف بالغدد الصماء تنتقل إلى الدم مباشرة لتلعب دورًا كبيرًا في تنظيم وظائف الجسم.والغدد الصماء endocrine glands هي غدد لا قنويه ذات إفراز داخلي تتكون من مجموعة متخصصة من الخلايا، تقوم بإرسال إفرازاتها مباشرة في الدم، وليس عبر قنوات مثل باقي الغدد في الجسم.

*لا تحدث الهرمونات تأثيرها في نفس المنطقة التي تفرزه بل تؤثر في مناطق أخرى بالجسم.

*يعتبر وجود الهرمونات أساسًا في تنسيق وتنظيم وظائف الجسم لكن بكميات صغيرة.

*الهرمونات إما أن تكون لها تأثير حافزي أي منشط، أو تأثير مثبط.

*ومن ناحية التركيب الكيميائي وُجِد أن بعضها يتكون من بروتينات مثل الأنسولين، وبعضها الآخر يتكون من إسترويدات مثل الهرمونات الجنسية وهرمونات الغدة الكظرية، ومجموعة ثالثة تتكون من مشتقات الفينول مثل هرمون الأدرينالين الذي يفرز من نخاع الغدد الكظرية. كما توجد مجموعة اخري من الهرمونات تتكون من مشتقات الأحماض الأمينية ومن أمثلتها الثيروكسين والثيرونين.

أليات عمل الهرمون:

يقصد بهذا المصطلح كيفية عمل الهرمونات أو كيفية أداء الهرمونات لوظيفتها. ولقد وضعت لذلك عدة نظريات وتصورات من أهمها:

نظرية المستقبلات علي سطح الخلية والرسول الثاني

تهتم هذه النظرية لتفسير عمل الهرمونات الببتيدية أي الهرمونات كبيرة الحجم والتي لا تستطيع النفاذ عبر غشاء الخلية وتبين هذه النظرية طريقة عمل علي أساس اتحاد أو رتباط الهرمون بمستقبلات بروتينية توجد علي الغشاء الخلوي للخلية المستهدفة (شكل ٥٧) يؤدي الارتباط بين كل من الهرمون والمستقبل إلى تنشيط أنزيم الأدينيلات سيكليز (adenylate cyclase) والذي يقوم بتحويل ATP الكائن في السيتوبلازم إلى cAMP والذي يتحول إلى الشكل الحلقي بفعل مجموعة الفوسفات المتبقية. بعد تكون AMP الحلقي، والذي يعمل كرسول ثاني داخل الخلية حيث ينقل رسالة الهرمون للخلية محفزا أو مثبطا العديد من النشاطات الحيوية التفاعلية داخل الخلية.

نظرية المستقبلات السيتوبلازمية:

تختص هذه النظرية لتفسير طريقة عمل الهرمونات صغيرة الحجم ومن أمثلتها الهرمونات الأستيرويدية مثل الأستروجين والتستوستيرون والألدوستيرون. عقب إفراز الغدد لهذه النوعية من الهرمونات تنقل الهرمونات إلى الخلايا والأعضاء المستهدفة عن طريق الدم حيث تستطيع النفاذ عبر غشاء الخلية، وبعد المرور تتحد انتقائيا مع مستقبلات سيتوبلازمية أي مستقبلات موجودة في السيتوبلازم، وينشأ عن هذا الاتحاد (شكل ٥٨) تكوين مركب معقد يستطيع النفاذ من الغشاء النووي متحدا مع بروتينات معينة (غير الهستونات) كائنة في الكروموسومات. ونتيجة لهذا الاتحاد يزداد نشاط الجينات وتتكون جزيئات RNA والذي يتحرك من النواة إلى السيتوبلازم دافعا الخلية لتكوين بروتينات جديدة. اما عن الهرمونات التي تتوقف طريقة عملها على هذه النظرية فيعتقد الكثيرين من العلماء بأن ذاته ليس قصراً علي الهرمونات الجنسية بل يمتد ليشمل أيضا علي أنواع أخري من الهرمونات مثل هرمون الثيروكسين المنشط للجسم وهرمون الاكديزون الخاص بانسلاخ الحشرات. حيث لوحظ ان هذه الهرمونات تحدث أنشطتها باتباعها نفس المسلك السابق.

آلية التأثير الهرموني:

في الخلايا تتعد وتختلف طريقة التأثير الهرموني طبقا لنوع الخلية ووظيفتها والغرض من التأثير الهرموني ونوع الهرمون المؤثر. ويمكننا تلخص اليات عمل الهرمون في ثلاثة محاور رئيسية هي:

تنشيط الجينات: قد ينشط الهرمون أحد الجينات، ومن الأمثلة على ذلك طريقة عمل الهرمونات الجنسية، التي لها القدرة على الانتقال إلى داخل نواة الخلية والارتباط مع الحموض النووية(DNA). ومن ثم أرسال رسالة إلى السيتوبلازم عن طريق mRNA ليوجه التفاعلات الكيميائية نحو تفاعل معين.

تنشيط أنزيمات: قد ينشط الهرمون أحد الأنزيمات، ومن الأمثلة عليها هرمون الأدرينالين الذي ينشط أنزيمًا معينًا داخل الغشاء الخلوي، ويحدث هذا الأنزيم التغير المطلوب مع بقاء الهرمون خارج الغشاء الخلوي.

تنشط الغشاء الخلوي: قد يغير الهرمون من مقدرة الغشاء الخلوي؛ ليسمح بعبور بعض المواد إلى الداخل أو الخارج، ومن الأمثلة على ذلك هرمون الأنسولين وهرمون النمو؛ حيث يعتبران مثالين على مقدرة الهرمونات على تغير النفاذية، فالأنسولين يسمح بدخول الجلوكوز إلى داخل الخلية، أما هرمون النمو فيسمح بدخول الأحماض الأمينية إلى الخلية؛ لكي يتم تصنيع البروتين.

كيفية السيطرة على معدلات الإفراز الهرموني:

تؤثر الهرمونات على الوظائف الخلوية بتغيير معدلات عدد كبير من العمليات البيولوجية البيوكيميائية. فيؤثر الهرمون على النشاط الأنزيمي وبذلك تتغير معدلات الأيض الخلوي من بناء أو هدم. وكذلك تقوم مجموعة أخري من الهرمونات بتغير معدلات النفاذية في الأغشية الخلوية وينظم أخر البروتينات الخلوية وتحفز مجموعة أخري من الهرمونات تكوين وتحرر هرمونات أخري من غدد صماء أخري. وحيث أن لكل العمليات السابقة متطلبات ديناميكية لابد من حدوثها بإيقاعات معينة للحفاظ علي نشاط الخلية بالإيقاعات التي يتطلبها الجسم لذا يجب تنظيمها وليس فقط تنشيطها. وتتم هذه العمليات عن طريق عاملين أولهما ضبط معدل الإفراز والثاني ضبط معدل التثبيط وأزالته من الدم أو بمعني أخر يمكن القول إن تركيز هرمون ما في الدم ما هو إلا انعكاس للحالة التي يطلبها الجسم فمستويات الهرمونات في الدم مستويات متغيرة طبقا للحالة الفسيولوجية التي يطلبها الجسم فتارة يزداد إفرازه وتارة يزداد تثبيطه أو أزالته من الدورة الدموية .تم السيطرة على العديد من الهرمونات خاصة تلك التابعة للغدة النخامية عن طريق الاسترجاع السالب أو التغذية السالبة وبيان هذه النظرية كالآتي للغدد الصماء خاصية وهي زيادة إفرازها عن المطلوب – ولكن عندما يصل التأثير الفسيولوجي للهرمون إلى المعدل المطلوب تصل إشارات مباشرة أو غير مباشرة إلى الغدة المنتجة لمنع إفراز زيادة من هذا الهرمون والعكس صحيح، وبذلك يحدث تحكم ذاتي في معدل إفراز الهرمونات من الغدد الصماء طبقاً لحاجة الأنسجة والخلايا لهذه الهرمونات. ولنعطي مثلاً يوضح هذه الحقيقة فمثلا إذا حدث ارتفاع في مستوى السكر في الدم فأن خلايا خاصة في البنكرياس تفرز هرمون الأنسولين الذي يعمل على تخفيض مستوى السكر في الدم وحينما يصل مستوى السكر إلى المعدل الطبيعي تصل إلى البنكرياس رسالة أخري لمنع إفراز مزيد من الأنسولين.

طرق تصنيف الهرمونات

التصنيف طبقا للتركيب الكيميائي:

من ناحية التركيب الكيميائي يتنوع تركيب الهرمونات فبعض الهرمونات مثل الأنسولين يتركب من البروتينات والبعض الأخر مثل الهرمونات الجنسية وهرمونات الغدد الكظرية يتركب من الدهون كما توجد مجموعة أخري تتكون من مشتقات بعض الأحماض الأمينية مثل الثيروكسين والثيرونين وهناك مجموعة رابعة تتكون من مشتقات الفينول مثل الادرينالين والنورادرينالين واللذان يفرزان من لب الغدة الكظرية (شكل ٥٩). وقد يوجد بعض الهرمونات في صورته العضوية أو متحدا مع بعض العناصر الغير عضوية ومن أمثلة ذلك هرمون الأنسولين الذي يتحد مع الكبريت والزنك ولذلك يمكن تقسيم الهرمونات إلى ثلاثة مجموعات طبقا للتركيب الكيميائي المشار اليه سابقا وهذه المجموعات هي:

- **الهرمونات الاستيرويدية:** أي الهرمونات التي تتركب من أحماض دهنية مثل الإندروجينات والإستروجينات.
- **الهرمونات الببتيدية:** أي التي تتركب من ببتيدات مثل الأنسولين، والجلوكاجون.
- **الهرمونات المشتقة من أحماض أمينية:** وتشمل على الهرمونات التي تتركب من أحماض أمينية متحدة مع بعض العناصر الكيميائية الاخري. من أشهر أمثلتها الثيروكسين والثيرونين.

التصنيف طبقاً لمكان التأثير:

هرمونات موضعية: وهي الهرمونات التي لها تأثير وظيفي على الأعضاء القريبة من أماكن إنتاجها مثل هرمونات الجهاز الهضمي التي تنتج وتؤثر على أعضاء الجهاز الهضمي ذاته.

هرمونات عامة: وهي تؤثر على خلايا وأعضاء بعيدة عن أماكن إنتاجها مثل هرمونات الغدد النخامية والغدة الكظرية والدرقية وغيرها. وغالباً ما تؤثر هذه الهرمونات العامة على معظم خلايا الجسم.

دورة حياة الهرمون:

من المعلوم لدي المختصين أن عمل الهرمون لا يستمر طويلا ولكنه يقتصر على فترة زمنية معينة يتلاشى بعدها ليتكون هرمون أخر وهكذا، وتختلف هذه الفترة الزمنية بدأ من التخليق وحتى التحلل طبقا لنوع الهرمون. أما عن المراحل التي يمر بها الهرمون في الجسم فهي على النحو الآتي:

مرحلة التخليق(synthesis): وهي المرحلة التي يتم فيها تخليق الهرمون بواسطة خلايا خاصة داخل الغدة الصماء المكونة له، وتحتاج عملية تخليق الهرمونات إلى كميات وفيرة من الدم لتغذية الغدة عبر الدورة الدموية؛ حيث يحمل الدم إلى تلك الخلايا الوحدات البنائية اللازمة لعملية التخليق.

مرحلة التخزين(storage): بعد تخليق الهرمون يخزن داخل خلايا الغدة الصماء المكونة له كما في هرمون الثيروكسين الذي يخزن في الغدة الدرقية داخل حويصلات خاصة في صورة رغوية (thyroprotein). أما في

حالة الغدة النخامية والغدة الكظرية والغدد التناسلية، فإن هرموناتها تخزن داخل الخلايا المكونة لها في صورة حبيبات.

مرحلة الإفراز (release or secretion): وتتم هذه المرحلة تحت تأثير عامل منشط activator أو ما يسمى بعامل الإفراز releasing factor الذي يؤثر بدوره على الغدة الصماء ويحثها على إفراز الكمية المطلوبة من الهرمون في الدورة الدموية.

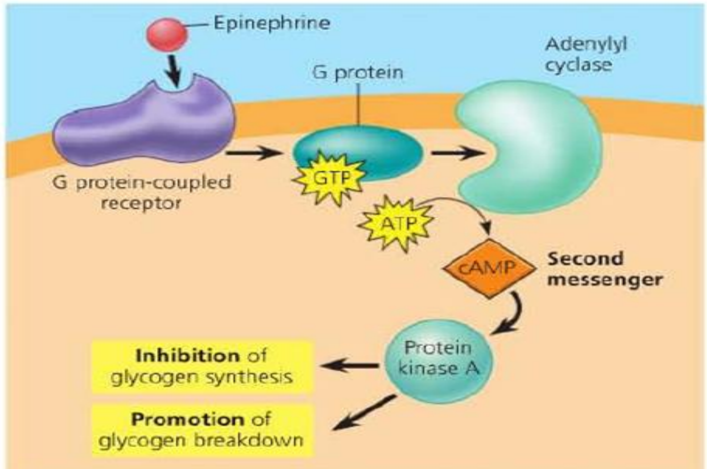
مرحلة الانتقال (transportation): بما أن الغدد الصماء ليس لها قنوات خاصة تحمل الهرمونات بعد إفرازها من الغدة، فإنها تدفع بالهرمونات التي تم تصنيعها إلى الدم مباشرة ليتولى بدوره مسؤولية نقلها إلى أماكن تأثيرها في الجسم، ويرتبط كل هرمون في الدم بحامل carrier الذي غالبًا ما يكون جزئيًّا خاصًّا من البروتين موجودً في بلازما الدم.

مرحلة التأثير (stimulation): تتنوع الطرق التي تُحدث بها الهرمونات آثارها على الأنسجة المختلفة، ويتم ذلك عن طريق واحدة أو أكثر من الطرق الآتية:

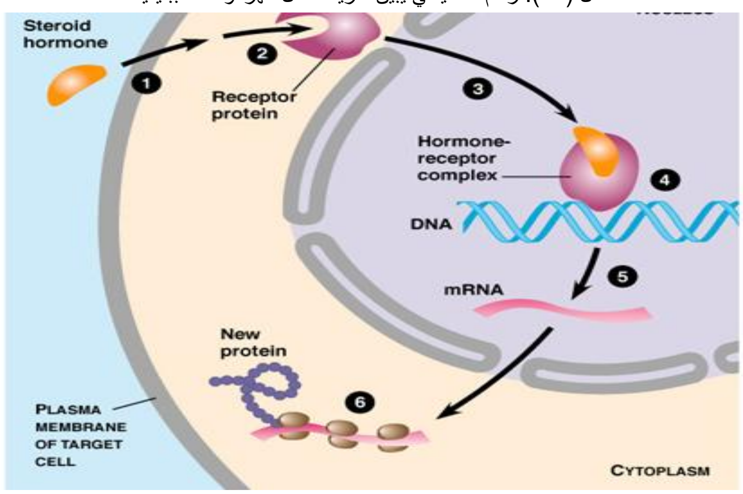
- تعمل بعض الهرمونات كمساعدات أنزيمات coenzymes تساعد في التفاعلات الكيميائية في خلايا الأنسجة التي تصل إليها مثل هرمون الثيروكسين.
- تُحدث بعض الهرمونات تغيرات في غشاء الخلايا، فتجعله أكثر أو أقل نفاذية لمواد معينة، ومن امثل ذلك هرمون الأنسولين الذي يفرزه البنكرياس يزيد من نفاذية أغشية خلايا الجسم لسكر الدم.
- التأثير بطريقة مباشرة على التكوينات الداخلية للخلايا ومن أمثلة ذلك هرمون النورابنفرين الذي يؤثر في الخلايا المكونة للشرايين.
- تحدث بعض الهرمونات فعلها في الخلايا عن طريق التأثير في جهاز الوراثة الذي يتحكم في الحفاظ على إنتاج تلك الخلايا نفسها، فبعض الهرمونات تؤثر على جزيئات DNA و RNA في الخلايا وبالتالي تغير من طريقة تحكم هذه الجزيئات في وظائف الخلايا مثل الهرمونات الجنسية.

مرحلة التحلل (degeneration): بعد أداء الهرمون وظيفته يتحلل إلى عناصره المكونة له والتي تسلك مسالك عديدة فبعض المكونات قد تفرز في البول أو العصارة الصفراوية، والبعض الآخر يعود إلى الغدة الصماء مرة أخري لكي تستفيد منه في إنتاج كمية جديدة من الهرمون[١-٣].

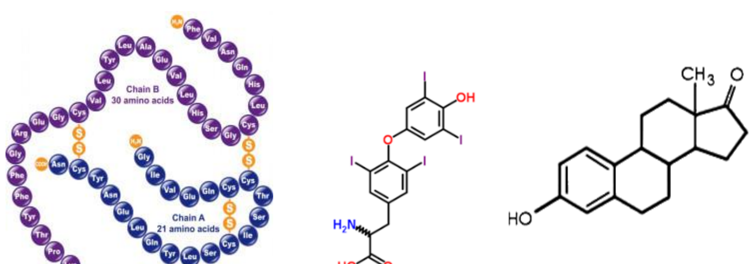
قائمة الأشكال



شكل (٥٧): رسم تخطيطي يبين طريقة عمل الهرمونات الببتيدية



شكل (٥٨):رسم تخطيطي يبين طريقة عمل الهرمونات الأستيرويدية



الاستروجين

الثيروكسين

الأنسولين

شكل (٥٩): التركيب الكيميائي لبعض الهرمونات

الفصل الثاني

جهاز الغدد في الحيوانات اللافقارية:

مقدمة: في كثير من الحيوانات اللافقارية مثل الحشرات يتم إفراز الهرمونات عن طريق خلايا إفرازية عصبية neurosecretory cells وهي خلايا عصبية متخصصة قادرة علي تخليق وإفراز الهرمونات وطرحها بطريقة مباشرة في الدورة الدموية. ونظراً للتنوع الشديد في الحيونات اللافقارية وسوف نقتصر في دراستنا هذه علي أحد الأنواع الشائعة للحيوانات اللافقارية وأكثرها تواجداً والتي تمثل أكثر من ثلاثة أرباع الكائنات الحية المتواجدة علي ظهر البسيطة ألا وهي الحشرات. وتدل المراجع العلمية على ان جميع الحشرات تقوم بعملية تطورية مختلفة أثناء فترات حياتها تحتاج فيها إلي الهرمونات فقد يكون التطور في الحشرات تطور تام أو كامل وفيه تخرج اليرقات من البويضة والتي تتحول بعد فترة وجيزة إلى الشرنقة والتي تتحول بعد ذلك إلى الطور اليافع أو الناضج. اما في التطور الناقص تفقس البويضات ويخرج منها كائنات متشابهة في الشكل مع الطور اليافع ألا أنها أقل منه حجما ونضجا في أعضائها الداخلية والتي تكون غير مكتملة ويطلق على هذه الأطوار الحورية والتي تظل لفترة زمنية وجيزة ثم تتحول بعد ذلك إلى الأطوار اليافعة أن النمو في الحشرات مثل غيرها من الحوريات المفصلية الأخرى هام جدا لزيادة حجم الحيوان وفية يطرح الحيوان بصورة الهيكل بصورة دورية الهيكل الخارجي الصلب وغير قابل للتمدد ويستبدل بأخر أكبر حجما واتساعاً. وباستعراض الأطوار المرحلية السابقة في أي من نوعي التطور نلاحظ التغير الشديد الذي يطرأ على هذه الأطوار حتى الوصول إلى الطور اليافع. لقد اكتشف العلماء أن السيطرة على مراحل الانسلاخ والتشكل لا يمكن لها أن تتم في غياب مجموعة من المركبات الكيميائية الهرمونية ومن أهم هذه الهرمونات هرمون الانسلاخ molting hormone (ecdysone) وهرمون الصبا juvenile hormone والذي تنتجه غدة في الجسم يطلق عليها allata ولا تتوقف العملية علي هذين الهرمونين ولكن نشاطهما يعتمد على معدلات هرمون أخر هو هرمون منشط الانسلاخ ecdysiotropin والذي يتم تكوينه من خلايا عصبية إفرازية في مخ الحشرات. وسوف نستعرض فيما يلي أهم التغيرات التي تنشأ في عمليات الانسلاخ.

الانسلاخ Moulting or Ecdysis:

يعتبر الانسلاخ عملية أساسية للنمو في شعبة مفصليات الأرجل وذلك للتغلب على صلابة الهيكل الخارجي للجسم. وفي الحشرات خاصة يفقس البيض ويخرج منه حورية أو يرقة التي تتغذى وتنمو تدريجياً. وحيث أن جدار الجسم كيتين صلب وغير قابل للنمو أو للتمدد لذلك نجد أن الحشرة تتخلص من جلدها القديم ويحل محله جدار آخر يكون أكثر مرونة فيسمح بنمو الحشرة قليلاً ثم تعاود الحشرة الانسلاخ عدة مرات أثناء

نموها إلى أن تصل إلى الطور اليافع. وقبل الشروع في عملية الانسلاخ تسكن اليرقة أو الحورية فترة من الزمن تسمى فترة الانسلاخ تمتنع الحشرة عن الغذاء وتبدأ عملية الانسلاخ والتي تتم علي المراحل التالية

١. تستطيل خلايا البشرة وتنفصل عن طبقة الجليد الداخلي (الإندوكيوتيكل) الموجودة فوقها وتفرز سائل الانسلاخ الذي تفرزه غدد الانسلاخ موجودة بين خلايا البشرة وهو عبارة عن إنزيمات تحتوي على أنزيمي الكيتينيز الذي يؤثر على الكيتين وكذلك البروتينيز الذي يؤثر على البروتين. يقوم سائل الانسلاخ بإذابة الطبقات الداخلية للجليد القديم (الجليد الداخلي). ولذلك يتراكم سائل الانسلاخ في الفراغ الذي يحدث نتيجة لذوبان الطبقات الداخلية ونتيجة لهذا الذوبان تحدث عملية تليين أو تنعيم للجليد القديم وذلك بانسحاب أملاح الكالسيوم المختزنة به ثم يقوم الحيوان بتخزينها لحين الاحتياج إليها.

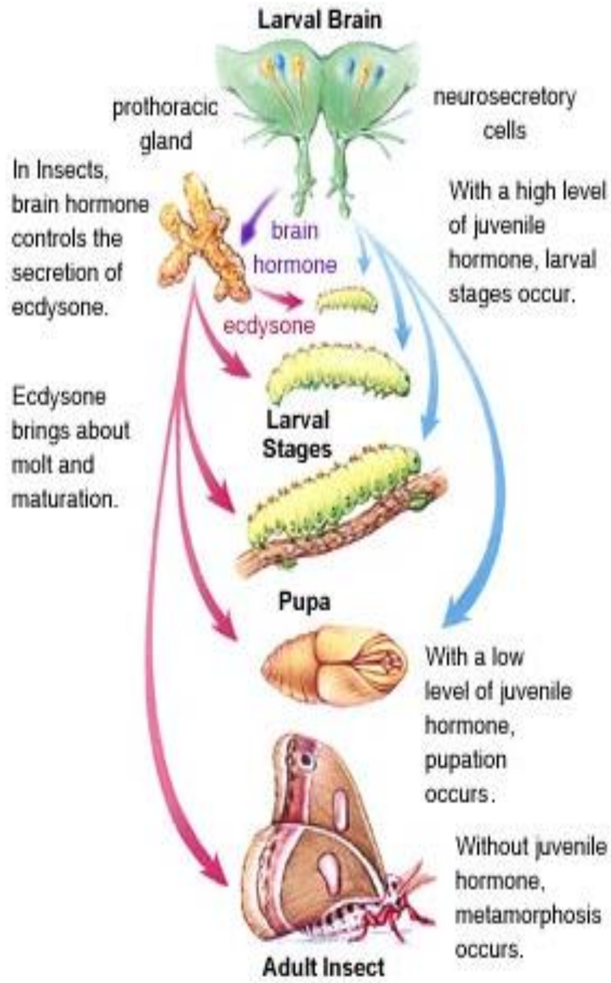
٢. تبدأ خلايا البشرة في إفراز وتكوين الجليد الجديد بدءًا بالجليد السطحي الذي يقوم أيضاً بحماية الجليد الجديد وفي هذه الحالة يكون الجليد الجديد تحت القديم مباشرة وفي نفس الوقت ينفصل سائل الانسلاخ إلى جزئيين أحدهما العلوي فعال والآخر السفلي غير فعال.

٣. يحدث انشقاق على امتداد الصدر والرأس خلال خط وسطي ويكون ضعيفاً نظراً لعدم وجود طبقة الجليد الخارجي فيه بحيث ينشق نتيجة أي ضغط خفيف من داخل جسم الحشرة وكذلك يتم تدمير لبعض الأغشية المفصلية حتى تسهل عملية انسحاب جسم الحشرة من الجليد القديم. فيبرز الصدر أولاً ثم الرأس ثم البطن.

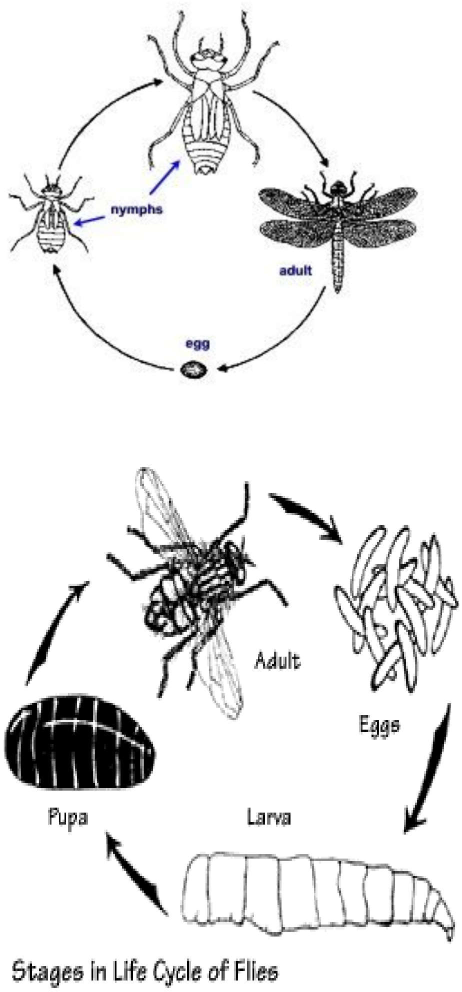
٤. وفي بداية وجود الجليد الجديد تحدث عملية النمو حيث يكون لا يزال ليناً إلى أن تحدث عملية تصلب الجليد الجديد ثم تميزه إلى الطبقات المعروفة للجليد.

تحدث عملية الانسلاخ تحت تحكم نوعين من الهرمونات أحدهما يساعد على إتمام عملية الانسلاخ وهو هرمون الانسلاخ Ecdysone الذي تفرزه غدة الصدر الأمامية وذلك بتنظيم وبتوجيه من هرمون آخر يُفرز من خلايا عصبية خاصة في المخ والهرمون الآخر يمنع ويوقف عملية الانسلاخ وهو هرمون الشباب Juvenile. وتتوقف عملية الانسلاخ على التوازن بينهما وكذلك التغيرات البيئية المناسبة والغير مناسبة فمثلاً توفر الغذاء والضوء والحرارة المناسبة تساعد على عملية الانسلاخ أما البرودة وشدة الضوء وقلة الغذاء فهي تمنع عملية الانسلاخ. مما سبق نجد أن وجود هذا الجليد الصلب الميت والغير قابل للامتداد جعل النمو تدريجياً مستحيلاً ولذلك فإن المفصليات عامة والحشرات خاصة تنسلخ من وقت لآخر ويكون النمو فيها متقطعاً. ويطلق على المدة التي تقضيها الحشرة بين كل إنسلاخين "فترة" Stadium وعلى طور الحشرة بين إنسلاخين أو بمعنى آخر الشكل الذي تأخذه الحشرة أثناء كل فترة بالمظهر أو العمر (Instar) وعندما تصل الحشرة إلى صورتها الكاملة تعرف حينئذ بالطور اليافع (adult or imago) ويطلق على المدة بين فقس البيض ووضع الحشرة البالغة للبيض اسم الجيل (شكل ٦٠-٦١) Generation [٤-٦] .

قائمة الأشكال



شكل (٦٠): التحكم الهرموني في أطوار الحياة في الحشرات



(٦١): شكل التطور الكامل والتطور الناقص في الحشرات

الفصل الثالث

جهاز الغدد الداخلية في الفقاريات

مقدمة: في الحيوانات الفقارية يتكون جهاز الغدد الصماء من عدة غدد لا قنوية، من مميزاتها أنها غزيرة التزود بالأوعية الدموية وتتركب من مجموعة من الخلايا النشطة سريعة الإفراز. ونظرا لعدم وجود قنوات تنقل المواد الإفرازية لذا فأن الاتصال الوحيد لهذه الغدد بالجسم يكون بواسطة تيار الدم ولذلك نجد أنه ليس من الغريب استقبال الغدد الصماء لتدفقات دموية ضخمة. أما من ناحية التواجد أو التوزيع في الجسم فالغدد الصماء موجودة في جميع الحيوانات الفقارية موزعة على مناطق الجسم المختلفة، ولكل غدة من الغدد إفرازاتها الخاصة التي تسيطر على وظائف محددة في الجسم. ونظرا لوحدة الجسم وضرورة تناسق وانتظام إيقاع وظائفه فأن للغدد علاقات وظيفية ببعضها البعض، أما عن الغدد التي سنقوم بالتعرف عليها من حيث الموقع أو الإفراز فهي هرمونات الغدة النخامية، تحت السرير البصري، الغدة الدرقية، الغدد جارات درقية، الغدة الكظرية (القشرة واللب)، البنكرياس، المبيضان، الخصيتان، المشيمة والغدة الصنوبرية، وغير ذلك من الغدد اللاقنوية الأخرى والتي تفرز مواد كيميائية مباشرة إلى الدم تسمى بالهرمونات وهي مواد كيميائية لها قدرة تنظيمية وفسيولوجية دقيقة على الأنسجة وخلايا الجسم. وسوف نستعرض فيما يأتي بعض الخصائص الهرمونية لبعض غدد في الحيونات الفقارية.

الغدة النخامية وما تحت السرير البصري Pituitary gland and hypothalamus:

وهي غدة صغيرة تزن حوالي نصف جرام وقد تزيد عن هذا الوزن قليلاً في النساء خاصة بعد الولادة. وتتكون الغدة النخامية من ثلاثة فصوص فص أمامي كبير وفص وسطي وفص خلفي صغير. وتختلف الفصوص عن بعضهما البعض في التكوين والمنشأ والوظيفة. يقوم الفص الأمامي والأوسط المعروفان بالجزء الغدي بإفراز هرمونات بعينها مثل الهرمون المُوجه لقشرة الكظر (ACTH) وهرمون إدرار الحليب برولاكتين (prolactin) وهرمون النمو (GH) و الهرمون منبه الدرقية (TSH) وهرمون منبه للجريب (FSH) والهرمون الملوتن (LH)، بينما الفص الخلفي يخزن الهرمونات التي يفرزها الجزء العصبي من الهيبوثالامس (Hypothalamus) وينظم إفرازها, فهو يفرز الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH) والأوكسيتوسين (Oxytocin).وهذه الغدد سواء الفص الأمامي أو الخلفي تفرز هرموناتها بتنظيم وأداره دقيقة جدا من الهيبوثلامس (شكل ٦٢).

هرمونات الفص الأمامي:

يتكون الفص الأمامي من الغدة النخامية من ٣ أنواع من الخلايا والتي ينشأ أثناء الحياة الجنينية من الغشاء المخاطي المبطن للحلق. يفرز الفص الأمامي ستة هرمونات مهمة هي هرمون النمو، الهرمون المحفز للغدة الدرقية، الهرمون المحفز لقشرة الغدة الكظرية، الهرمونان الجنسيان وهرمون البرولاكتين. والهرمونات من ٢-٥ لهما علاقة وظيفية لصيقة بالغدد الصماء الأخرى مثل الغدة الدرقية والكظرية والغدد والأعضاء الجنسية وسوف نلقي الضوء على بعض الوظائف الفسيولوجية لبعض من هذه الهرمونات.

هرمون النمو: وهو من الهرمونات البروتينية، ويؤدي إلى نمو كل أنسجة الجسم عن طريق زيادة عدد وحجم خلايا الأنسجة. يؤثر هرمون النمو في زيادة معدل بناء البروتينات في كل خلايا الجسم من مصادر غير بروتينية وكذلك المحافظة على البروتينات الموجودة من الهدم والتحلل كما يحدث نشاط الهرمون ايضا نقص معدل استهلاك النشويات، وازدياد استخدام الدهون كمصدر بديل لتوليد الطاقة، وارتفاع مستوى الأحماض الدهنية في الدم مما يؤدي إلي احتمال ترسب هذه الأحماض الدهنية في الكبد عند المستويات المرتفعة من إفراز الهرمون. أي أن نشاط هرمون النمو في الجسم يؤدي إلي توفير البروتينات اللازمة لعملية النمو، ويؤمن الطاقة اللازمة باستخدام الدهون بدلاً من النشويات.

زيادة إفراز الهرمون: تؤدي زيادة هرمون النمو قبل بلوغ سن الرشد إلى زيادة في طول العظام وتوصف هذه الحالة بالعملقة (gigantism). وقد وجد أن نسبة الهرمون في الأشخاص البالغين حوالي ٩ نانوجرام / ملم٣ من الدم بينما تبلغ هذه النسبة في الأطفال حوالي ١٥ نانوجرام/ملم٣ من الدم، هذا بالإضافة إلى أن معدل إفراز الهرمون يتغير من لحظة إلى أخرى طبقاً لحالة الشخص الغذائية مثل الجوع أو النقص في مستوى السكر في الدم أو نقص مخزون الجسم من البروتينات والأحماض البروتينية.

مرض العملقة Gigantism: تحدث العملقة نتيجة زيادة إفراز الهرمون قبل سن الرشد. وتحدث العملقة نتيجة لوجود نشاطات من معدلات إفراز هرمون النمو وقد يحدث ذلك لعدة أسباب منها حدوث أورام في الفص الأمامي للغدة النخامية. مما يؤثر علي معدلات إفراز النمو في الجسم. في هذه الحالة يحدث نمو سريع في جميع أنسجة الجسم بما فيها العظام الطويلة وقد يصل طول الشخص إلى ٢٤٠-٢٧٠سم وغالباً ما يصاب هذا العملاق بارتفاع في مستوى سكر الدم والسكر البولي. وعادة ما تنتهي الحالة إلى تدمير كامل لخلايا الفص الأمامي بواسطة الورم الخبيث أو الإجهاد مما يؤدي إلى حدوث حالة النقص العام لهرمونات الغدة النخامية وقد تؤدي إلى الوفاة المبكرة إذا لم تكتشف وتعالج مبكراً.

الزيادة بعد البلوغ: في بعض الحالات المرضية تحدث زيادة في إفراز هرمون النمو بعد البلوغ والوصول إلي سن الرشد. ومن أعراض الإصابة بهذه الحالات المرضية زيادة حجم الأنسجة والأعضاء الداخلية مثل الكبد، والطحال، والرئتين، والقلب، واللسان، والشفتين، والكليتين، لأكثر من الضعف بينما لا تزيد العظام الطويلة في الطول بل تزيد في السمك. أما العظام الصغيرة مثل عظام القدمين، والكفين، والفقرات، والعظام الغشائية مثل الجمجمة، وعظام الفك السفلي والأنف فتزداد في الحجم إلي ما يقرب من الضعف. كذلك يكبر حجم عظام الحاجب والنتوءات التي في مقدمة الجبهة، وتبتعد الأسنان عن بعضها ويبرز الفك الأسفل إلى الأمام إلي ما يقارب من نصف بوصة، وتعرف هذه الحالة بتفلطح العظام الطرفية أو(acromegaly) وغالباً ما يصاب المريض المصاب بهذه الحالة بالعديد من الأمراض منها الإصابة بمرض السكر البولي.

نقص الهرمون: غالباً ما يحدث نقص الهرمون كجزء من نقص عام يحدث في معدلات إفراز هرمونات الغدة النخامية. وقد يحدث هذا النقص العام منذ الولادة. ويؤدي هذه الحالة إلى الإصابة بالقزمية أو ما يعرف بمرض القزم (Dwarfism) وفيه يكون الطول العام للشخص القزم أقل بكثير من الطبيعي فقد يبدو الشخص القزم الذي يبلغ عمره ١٠ سنوات وكأنه ذو ٣ – ٤ سنوات أو عندما يبلغ العشرين عاماً يبدو كأنه عنده ٧ سنوات. إلا أن جسم القزم ينمو بتناسق وتناسب طبيعي وعادة لا يعاني القزم من نقص في هرمونات الغدد نظراً لصغر حجم جسمه وبالتالي احتياجه لنسب قليلة جداً من هذه الهرمونات ولكن لا يصل القزم عادة إلى مرحلة البلوغ أو النضج الجنسي ولا يستطيع أن ينجب إذا ما تزوج نظراً لنقص الهرمونات الجنسية.

النقص العام في الكبار: تحدث هذه الحالة نتيجة الإصابة ببعض الأورام الخبيثة في الغدة النخامية أو انسداد وتجلط الأوعية الدموية المغذية للغدة النخامية مثل حالات النزيف الشديد الذي يعقب الولادة عند بعض السيدات. وتظهر أعراض النقص العام في نقص إفراز الغدد الصماء التي تنشطها الغدة النخامية مثل الغدة الكظرية والدرقية والغدد الجنسية. ويعاني الشخص المصاب بهذه الحالة المرضية من ضعف في التفكير، والميل إلى الخمول أو النوم، وانخفاض شديد في معدل الاستجابة للمؤثرات الموجودة في الوسط المحيط به نتيجة نقص إفراز هرمون الغدة الدرقية، وزيادة في الوزن نتيجة تجمع الدهون والسوائل لغياب هرمونات الغدة الدرقية والكظرية. كما يعاني المصاب أيضا من ضياع الوظائف الجنسية، نتيجة نقص هرمونات الغدد الجنسية. ومن الممكن أعادة هؤلاء المرضى إلى الوضع الطبيعي بإعطائهم هرمونات صناعية أو مستخلصات الغدة النخامية إلا أن الوظائف الجنسية والتي لا تعود طبيعية مرة أخرى.

هرمون تقليل إخراج البول antidiuretic hormone (ADH): يعمل الهرمون على التقليل من حجم البول المفرز من الكلية بغرض المحافظة على حجم الماء والسوائل داخل الجسم وذلك في بعض الحالات مثل العطش، وارتفاع درجة الحرارة، هبوط ضغط الدم، والصدمات العصبية، ونزيف الجسم. كما يساعد الهرمون

على ضبط التركيز الإلكتروني في سوائل الجسم عن طريق ضبط العلاقة بين حجم الماء وكمية ملح الطعام الموجود في سوائل الجسم .

هرمون البرولاكتين الحليب (PRL): يعرف هرمون البرولاكتين أيضًا باسم هرمون الحليب، والبرولاكتين هرمون ببتيدي أي يصنع من سلاسل ببتيدية والتي تصنع من أحماض أمينية. ويفرز هرمون البرولاكتين من الفص الأمامي للغدة النخامية ويرتبط دوره بعملية الإرضاع حيث يعمل كمحفز لإدرار الحليب من الغدد الثدية. ولهرمون البرولاكتين عدة تأثيرات حيوية في الجسم البشري أهمها تحفيز الغدد الثدية لإنتاج الحليب حيث يلاحظ ارتفاع تركيز البرولاكتين في الدم أثناء فترة الحمل مما يؤدي لتضخم الغدد الثدية وتهيئها لإنتاج الحليب اللازم للإرضاع، وتقليل الإحساس بالنشوة الجنسية بعد الجماع. أي أن هذا الهرمون يعاكس تأثير الدوبامين المسؤول عن الإثارة الجنسية في بداية الجماع. كما أن التركيز المرتفع جدا من البرولاكتين يؤدى إلى فقدان الشهوة الجنسية اذ تؤدي المستويات المرتفعة من البرولاكتين بخفض تركيز الإستروجين لدى المرأة والتستوستيرون لدى الرجل.

الهرمون الموجه لقشرة الكظر (ACTH): وهو الهرمون الذي يعمل على تحفيز إنتاج هرمون الكورتيزول Cortisol (هرمون التوتر) من الغدد الكظرية، والذي يعمل على الحفاظ على مستويات ضغط الدم وسكر الدم.

الهرمون المحفز للغدة الدرقية (TSH): وهو الهرمون الذي يعمل على تحفيز الغدة الدرقية على إنتاج وإفراز هرموناتها التي تتحكم بعمليات الأيض ونشاط الجهاز العصبي.

هرمون ملوتن أو الهرمون المنشط للجسم الأصفر (LH): وهو الهرمون الذي يعمل على تحفيز الإباضة عند النساء وتحفيز إنتاج هرمون التستوستيرون عند الرجال.

الهرمون المنشط لجريبات المبيضين (FSH): وهو الهرمون الذي يعمل على تعزيز إنتاج الحيوانات المنوية عند الرجال وحث المبيضان عند النساء على إنتاج هرمون الإستروجين وتطور ونمو البويضة.

هرمونات الفص الأوسط:

يقوم الفص الأوسط يفرز هرمون الانترميدين والذي يلعب دورا كبيرا في توزيع الصبغات تحت الجلد وبذلك فأن لهرمون الانترميدين دوراً كبيراً في تغيير ألوان الحيوانات. وبشكل عام لا يكون الفص الأوسط جزءاً واضحاً في جميع أنواع الحيوانات رباعية الأرجل. يمثل الفص الأوسط بطبقة من الخلايا الواقعة بين الفصين الأمامي والخلفي. أما عند الحيوانات الأقل رتبة من ذلك كالأسماك مثلا يمثل الفص الوسطي جزء واضحاً في الغدة النخامية، وتكون مسؤولة عن تغير اللون الوظيفي في هذه الحيوانات. من وظائف هرمون الانترميدين تحفيز إنتاج وإطلاق الميلانين في الخلايا المسؤولة عن اللون والمتواجدة في الجلد والشعر، ومن وظائفه أيضا إرسال إشارات للدماغ للتأثير على شهية الجسم للطعام والتأثير على الشهوة الجنسية.

هرمونات الفص الخلفي:

لا يعتبر الفص الخلفي غدة داخلية الإفراز حقيقية وإنما هو اختزان وتحرير للهرمونات التي يتم تصنيعها في السرير تحت البصري. ويتشابه الهرمونان اللذان يتم تخزينهما وإفرازهما من الفص الخلفي في التركيب ويطلق عليهما هرموني أوكسي توسين وهرمون فازوبروسين. ويتشابه الهرمونان في تركيبهما العام حيث يتكون كل منهما من تسعة أحماض أمينية متشابهة في النوع عدا حمضيين أمينين حيث يحتوي الأوكسي توسين على الحمض الأمينين الأيزوليوسين والحمض الأميني ليوسين واللذان يستبدلان في الفازوبروسين بالحمض الأميني فينول الألانين والحمض الأميني الأرجنين .

الهرمون القابض للرحم (الأكسيتوسين): يفرز هذا الهرمون بكثرة في الأيام الأخيرة للحمل وأثناء عملية الولادة، لذا يعتقد بأنه المسؤول عن حدوث آلام الطلق نتيجة انقباض عضلات الرحم في تلك الفترة كما يؤدي هذا الهرمون إلى انقباض الحويصلات اللبنية داخل ثدي الأمهات المرضعات أثناء عملية الرضاعة. وتعتبر عملية المص التي يمارسها الطفل على حلمة الثدي للأم المرضعة هي المهيج القوي والفعال لإفراز هذا الهرمون من الفص الخلفي والتي تحدث نتيجة استجابة الهيبوثالامس للحساسات الصادرة من حلمة الثدي ونزوله إلى الثدي ومن انقباض الحويصلات اللبنية وخروج اللبن إلى فم الطفل في ثوان معدودة.

علاقة الهيبوثالامس بالغدة النخامية:

يتصل الهيبوثالامس بالفص الأمامي من الغدة النخامية عن طريق شبكة من الشعيرات الدموية تسمى بالأوعية الدموية البابية ومن خلال هذه الشبكة تفرز الهيبوثالامس عوامل كيميائية منشطة أو غير منشطة لإفراز هرمونات الفص الأمامي. ومن ناحية أخري يتلقى الهيبوثالامس إشارات عصبية من جميع الأجزاء الأخرى في الجهاز العصبي وكذلك أيضاً من معظم أجزاء الجسم أي أن الهيبوثالامس على دراية دائمة ومنتظمة بالأحوال العامة داخلياً وخارجياً وتقوم الهيبوثالامس باستخدام تلك المعلومات الواردة إليها من داخل وخارج الجسم في توجيه الغدة النخامية بفصيها الأمامي والخلفي لإفراز هرمونات معينة تساعد في تكيف الجسم للمتغيرات التي قد تطرأ عليه من داخله أو خارجه. ومن الوظائف العامة التي تقوم بها غدة الهيبوثالمس المحافظة على درجة حرارة الجسم وضبط المعدلات الأيضية الخلوية والمحتوي المائي.

الغدة الدرقية:

تقع الغدة الدرقية في الرقبة، أمام القصبة الهوائية، وهي تشبه في شكلها الفراشة التي تفرد جناحيها، وهي ذات لون بني محمر. وتتكون من فصين، وتحتوي على خلايا خاصة تقع في بطانتها تدعى الخلايا الكيسية، وهذه الخلايا هي المسؤولة عن إفراز هرمونات الغدة الدرقية (الثيروكسين وثلاثي يود الثيرونين). وتعتبر هذه

الغدة من الغدد الصماء التي تدخل إفرازاتها مباشرة إلى الدم من دون الحاجة إلى قنوات خاصة لنقله (شكل ٦٣).

الوظيفة: وظيفة الغدة الدرقية هي إفراز هرمون الثيرونين (T٣)، والثيروكسين (T٤) ويعتبر هرمون الثيروكسين هو الهرمون الرئيسي من ناحية كميته وهرمون ثلاثي اليود (الثيرونين) (T٣)، وهو الهرمون الفعّال في الأنسجة فهو اقل في التركيز. ويقع إنتاج وإفراز هرمون الثيروكسين يقع تحت سيطرة المحور تحت السريري النُخامي hypothalamic-pituitary -axis، حيث أن منطقة ما تحت السرير في المخ الهيبوثالاموس (hypothalamus) تفرز الهرمون المُطلق للثايروتروبين "TRH" (thyrotropic releasing hormone) والذي يعمل على الغدة النُخامية لتفرز بدورها الهرمون المُحرض للغدة الدرقية Thyroid stimulating (hormone) والذي يعمل على تحريض الغدة الدرقية لتُنتج وتفرز هرمون الثيروكسين. وكلما نقص الثيروكسين في الدم يزداد إفراز هذه الهرمونات وبالعكس إذا زادت كميتة في الدم نقص إفراز هذه الهرمونات وهذا ما يُسمى بالتلقيم الراجع السلبي (Negative Feedback Mechanism)، ومهمته هي المحافظة على المستوى الطبيعي للهرمون في الدم لأداء عمله على أكمل وجه.

التركيب النسيجي للغدة الدرقية:

تحتوي الغدة على ٢٠-٣٠ مليون جُرَيْب، تسمى جُرَيباتُ الدَّرَقِيَّة والتي تُحاط بظِهارَة بَسيطَة مكونة من نوعين من الخلايا بشكل أساسي: الخلايا الجُريبية، والخلايا المجاورة للجُرَيب

الخلايا الجريبية: هي خلايا تتراوح في شكلها بين خلايا بَسيطَة التركيب وخلايا عمودية وتشابه في تركيبها الخلوي الخلايا التي تقوم بإنتاج أو إفراز أو امتصاص أو تكسر البروتين. ففي الجانب القاعدي من هذه الخلايا شبكة هيولنية باطنة خشنة، كما يحتوي الجانب القِمِّي منها يحتوي على جهاز جولجي وبعض الحبيبات الإفرازية، ونواة دائرية تقريباً موجودة في منتصف الخلية، وجميع هذه المكونات تكون مبعثرة في السيتوبلازم.

الخلايا المجاورة للجُرَيب: وتكون أكبر حجما من سابقتها، وقد تكون موجودة بين الخلايا الجريبية أو في تجمعات خاصة بها. تمتاز الخلايا المجاورة للجريب بشبكة إندبلازمية وجهاز جولجي، كما تتميز بوجود الحبيبات الإفرازية التي تحتوي الهرمون. وتعتبر الخلايا المجاورة للجريب الخلايا المسؤولة عن إفراز هرمون الكالسيتونين. أما عن الجراب بشكل عام فهي تختلف كثيراً في حجم وشكل الخلايا المكونة؛ فقد تكون حجم الخلايا صغيرة أو كبيرة، وقد تكون حرشفية، مكعبة أو عمودية. يوجد داخل هذا الجراب سائل هلامي مكون من بروتين سكري يطلق علية الجلوبين الدرقي أو بالغرواني أو المادة الغروية. يحاط هذا الجراب بشبكة كثيفة من الأوعية الدموية والأوعية اللمفية لتسمح بتبادل كبير للمواد بين الدم والجراب.

مراحل تصنيع الهرمونات الدرقية:

تمر عمليات تصنيع الهرمونات الدرقية بالعديد من المراحل المتسلسلة وبيان هذه المراحل كالتالي:

مرحلة تصنيع الجلوبين الدرقي: وهذه العملية تشابه في أحداثها عمليات تصنيع البروتينات في الجسم. حيث تبدأ العملية بتصنيع البروتين في الشبكة الأندوبلازمية الخشنة، ثم إضافة الكربوهيدرات في الشبكة الأندوبلازمية الملساء وفي جهاز جولجي، ثم نقل المكون للجانب القمي من الخلية، حيث يتم إفرازه إلى داخل المادة الغروانية.

مراحل أخذ اليود من الدم: وتتم هذه العملية عن طريق نوع خاص من البروتين ويسمي البروتين الناقل للصوديوم/اليود (Na/I)؛ حيث يتم نقل الصوديوم مترافقاً مع اليود إلى داخل الخلية. والجدير بالذكر الإشارة إلي ان مقدار امتصاص الغدة يعتمد على تركيز اليود وليس على الصوديوم، وبالتالي فإن تركيز اليود عندما يكون قليلاً ستقوم الغدة بزيادة أخذها لليود من الدم (مترافقاً مع الصوديوم) ليكون اليود هو المحددَ لمقدار الامتصاص وليس الصوديوم. عمليات النقل للعناصرين السابقين أكسدة اليود ونقله إلى المادة الغروانية. وذلك عن طريق البيروكسيد الدرقي ثم يُنقل بوساطة ناقل الأنيونات المسمى بيدندرين.

مراحل يودنة التيروسين: في هذه العملية تتم إضافة اليود إلى سلسلة التيروسين في الجلوبين الدرقي، وهذه العملية تُحَفَّز بوساطة البيروكسيد الدرقي لينتج أُحادِيُّ يودوتيروزين وثُنائِيُّ يودوتيروزين، ليشكل اجتماعهما معاً ثلاثيَّ يودوثيرونين ($T_٣$) والثيروكسين ($T_٤$)، واللذَّين يصبحان جزءاً من الجلوبين الدرقي.

التأثيرات الفسيولوجية للهرمون الدرقي:

تمتلك الهرمونات الدرقية تأثيرين فسيولوجين رئيسيين هما:

- زيادة تركيب البروتين في جميع أنسجة الجسم تقريبًا.
- زيادة استهلاك الأكسجين بشكل رئيسي في الأنسجة المسؤولة عن الاستهلاك الأساسي للأكسجين مثل الكبد، والكلى، والقلب، والعضلات.

كيفية تنظيم عمل الغدة الدرقية:

تخضع مقادير الهرمونات الدرقية في الدم القادم من الغدة الدرقية إلى آلية تنظمها تحدث بعناية فائقة حتى يستمر المقدار الطبيعي في الدم دائماً داخل المدى الطبيعي. وتشبه هذه الألية إلى حد بعيدالآليات المتبعة في تنظم التدفئة المركزية في منزل يقع فيه منظم للحرارة والمسؤل عن تحدد درجة الحرارة في احد الغرف والفرن الذي يطلق الحرارة يقع في مكان أخر. ففي حالة الغدة الدرقية عمل فرن التدفئة ومستويات هرمونات الغدة الدرقية في الدم تمثل منظم الحرارة في غرفة المعيشة يستشعر الحرارة. ففي ظل الظروف العادية إذا انخفض مستوى الدرق إلى أقل من الطبيعي تقوم الغدة النخامية بإفراز هرمون يدعى الهرمون المحفز للغدة الدرقية ويرمز له باسم TSH، حيث يعمل هذا الهرمون زيادة هرمون الغدة الدرقية. وعلى العكس يجدث حين تنتج

الغدة الدرقية الكثير من الهرمونات T٤ وT٣ يقوم الجسم بوقف إنتاجالهرمون المحفز للغدة الدرقية مما يؤدي الي تنظيم عمل الغدة الدرقيةف تنتج مقاديراً أقل من T٤ و T٣.

أعراض نقص إفرازات الغدة الدرقية:

يؤدي نقص إفراز هرمون الثيروكسين في الجسم إلى نشأة كثير من الأعراض المرضية مثل التعب، والشعور بالخمود والإعياء. التبلد العقلي. عدم تحمل البرد. الشعور بالكآبة أو خمول العواطف. تقلبات المزاج. الإمساك، الآلام العضلية. جفاف الجلد أو تقشره أو انتفاخه. وخز في أصابع اليدين أو القدمين. نقص في تحمل المجهود الرياضي، الأم في المفاصل. بحة الصوت. عدم انتظام الدورة الشهرية. زيادة الوزن رغم ضعف الشهية. جفاف الشعر وتقصفه نبض ضعيف مع تورم في العنق. وعلاج هذه الحالة بسيط جدا وهو تناول حبوب بديلة للهرمون الذي تنتجه الغدة الدرقية وبعدها يستعيد نشاطه مرة أخرى وهذه الحالات يتم علاجها عادة عن طريق أخصائي أمراض الغدد الصماء وقلما تحتاج هذه الحالات إلى أي تدخل جراحي.

أعراض زيادة إفرازات الغدة الدرقية:

هناك سببان رئيسيان لزيادة إفراز الغدة الدرقية هما:

أولاً: الأصابة بمرض جويتر Thyroid Swelling or Goiter:

الجويتر أو ما يعبر عنه العامة بتضخم الغدة الدرقية أو انتفاخ الغدة الدرقية هو زيادة حجم الغدة سواء كانت شاملة للغدة كلها أو لفص واحد منها نتج عن انتفاخ وبروز موضعي للغدة. ولا أحد يعرف بالتحديد المسبب الرئيسي لهذا المرض، ولكن هناك اعتقاد بأن السبب الجوهري لهذا المرض هو وجود اختلال للنظام المناعي في الجسم ينتج عنه قيام الغدة بإفراز كمية كبيرة جدا من هرمون الثيروكسين وهو الهرمون الأساسي الذي تفرزه الغدة الدرقية والمحصلة النهائية لهذا الخلل هو قيام المصنع بحرق الطاقة. ومن أعراض هذه الحالة تناول المريض الكثير من الطعام وعلى الرغم من ذلك يقل وزنه وكثرة التبول والتصرف بعصبية والإيصابة بالإسهال، وجحوظ العينين، وتسارع دقات القلب.

ثانياً: زيادة إفراز الغدة الدرقية مع وجود تكيسات أو تورمات:

هذا النوع من المرض لا يستجيب عادة للعلاج التحفظي، والعلاج الإشعاعي ولا ينجح دائما إلا بالتدخل الجراحي. وهذا المرض موجود بكثرة، في المناطق التي لا يتوفر فيها عنصر اليود مثل المناطق الصحراوية ومناطق الجبال، ويقل انتشار المرض في المناطق الساحلية، كما أن وجود الملح المزود باليود أو تناول المأكولات البحرية كالأسماك قد ساعد على الإقلال من هذه المشكلات بصورة كبيرة.

الغدد جارات الدرقي parathyroid glands:

يعتبر عنصر الكالسيوم من العناصر الهامة جدا للجسم، ولصحة الإنسان يجب ان يتم تنظيم مستوى الكالسيوم فى الدم فى معدل ضئيل جدا لان ارتفاع معدل الكالسيوم أو انخفاضه فى الدم ولو قليلا يؤدى إلى تغيرات فسيولوجية واسعة وظهور أعراض ومشكلات مرضية خطيرة تنعكس أثارها على وظائف الجسم. وللأهمية تنظيم مستوى الكالسيوم فى الدم خلق الله له زوجان من الغدد الجار درقية مخصصة لتنظيمه عن طريق إفراز الهرمون الجاردرقى PTH. بعد استشعار الغدة لمستوى الكالسيوم المتأين فى اوعند انخفاضه تسارع الغدد الجارات درقية بإفراز هرمونها المسمي الباراثرمون ليزيد مستوى الكالسيوم فى الدم بسرعة. والكالسيوم هو العنصر الوحيد فى الجسم الذي تتحكم فيه ٤ غدد صماء الغدد الجارات درقية ونصف واحدة منهم فقط كافية لتنظيم مستوياته. ولذلك فالعوامل المنظمة للكالسيوم فى الدم عديدة بالإضافة إلي هرمون الجاردرقى (الباراثرمون) (Parathormone) وفيتامين D وهرمون الكالسيتونين والذي يفرز من الغدة الدرقية دورا ثانويا في الحافظة علي مستويات الكالسيوم في الدم. وزيادة هرمون الباراثرمون في الدم يؤدي إلي زيادة مستوي الكالسيوم في الدم وانخفاضه يؤدي إلى حدوث تغيرات في مستويات الكالسيوم من العوامل الضارة بالجسم بدرجة كبيرة وذلك للدور الفعال الذي يقوم به الكالسيوم من تنظيم العمليات الحيوية في الجسم وحساسية العمليات الحيوية التي تحدث وتأثرها بالسلب أو الإيجاب لأية تغيرات تحدث في مستويات الكالسيوم. أما عن كيفية زيادة الكالسيوم بزيادة مستويات الباراثرمون فهي تتم على النحو التالي:

❖زيادة نشاط الخلايا التي تسحب الكالسيوم من المخزن الأعظم له وهو العظام ودفعه إلى الدورة الدموية.

❖زيادة امتصاص الكالسيوم من الكلى مما يؤدى إلى زيادة نزول الفوسفات فى البول.

❖زيادة معدل امتصاص الكالسيوم من الأمعاء. وتحتاج تلك العملية لفيتامين د والذي يتكون بفعل تأثير الأشعة الشمسية على أحد مشتقات الكولسترول cholesterol ثم يتم تحويله إلى مركب أخر فى الكبد، hydroxycholecaciferol ثم فى الكلى يتم تحويله إلى المركب الفعال الذي يحتاجه الجسم لامتصاص الكالسيوم من الأمعاء dihydroxycholecaciferol.

أسباب ارتفاع مستوى الكالسيوم فى الدم Hypercacaemia:

تتعدد أسباب ارتفاع مستويات الكالسيوم في الدم، ومن اهم العوامل او المسببات المؤثرة في ذلك ما ياتي:

❖زيادة نشاط الغدد الجاردرقة (Hyperparathyroidism).

❖زيادة امتصاص الكالسيوم فى الدم.

❖زيادة فيتامين د – (مرض ساركويدوزيز) وتناول أدوية مثل مدرات البول.

❖زيادة تحلل العظام وعدم الحركة لوجود كسور بالعظام.

❖إفراز هرمون مشابه لهرمون الغدة الجارات درقية عند الإصابة بأورام خبيثة مثل سرطان الرئة وسرطان الثدي.

أسباب انخفاض مستوى الكالسيوم فى الدم (Hypocalcemia):

❖خمول الغدة الجارات درقية بعد استئصال الغدة الدرقية.

❖انخفاض معدل البروتينات فى الدم بسبب فقد البروتين من الكلى (Nephrosis).

❖الإصابة بأمراض سوء التغذية وتليف الكبد (Cirrhosis).

الغدة الكظرية Adrenal gland: الغدة الكظرية أو الغدة فوق الكلوية غدة صماء توجد بأجسام الحيونات الثدية وهي غدة مزدوجة في جسم الإنسان ويطلق عليها الغدتان فوق الكلويتين أو الغدتين كُظْريتين لوجود كل واحدة فوق إحدى الكليتن (شكل ٦٤). وتتكون كل غدة من جزء خارجي يدعى قشر الغدة الكظرية، وجزء داخلي يدعى اللب. وظيفة الغدة الكظرية الأساسية هي إفراز الهرمونات مثل الادرينالين عند الاستجابة للتوتر ويحدث هذا عن طريق تصنيع الكورتيكوستيرويدات مثل الكورتيزول، والكاتيكولامينات. تبالإضافة لما تقدم الغدة الكظرية على وظيفة الكلى عن طريق إفراز هرمون الألدوستيرون والمسؤول عن تنظيم أزموزية بلازما الدم.

يتم التحكم في إفرازات لب الغدة الكظرية عن طريق الجهاز العصبي. حيث تحفز إشارات الأعصاب مما يؤد إفراز هرموني الأدرينالين، والنورأدرينالين في الدم. ويساعد هذان الهرمونان الجسم على التكيُّف مع الإجهاد المفاجئ. فهما يزيدان سرعة وقوة نبضات القلب، ويرفعان ضغط الدم. كما تفرز قشرة الغدة الكظرية عدداً من الهرمونات التي تنتمي إلي الهرمونات الأستيرويدية والهرمونات الضرورية للحياة. ويمكن تقسيم هرمونات قشرة الغدة الكظرية إلي ثلاثة مجموعات طبقا للتركيب الكيميائي. وهذه المجموعات هي: الهرمونات السكرية والهرمونات المعدنية وهرمونات الجنس. وتؤدي كل مجموعة من هذه المجموعات وظائف محددة فالهرمونات السكرية تقوم بتنظيم الاستفادة من الغذاء المهضوم، وتساعد الجسم على التكيف مع الإجهاد. ومن أهم أنواعها الكورتيزول أو الكورتيزون المائي. ويتم التحكم في إفراز الهرمونات السكرية بوساطة هرمون موجة لقشرة الكظر تنتجة الغدة النخامية. ويستخدم الأطباء الكورتيزول، والمركبات الاصطناعية التي تماثله في علاج الالتهاب. أما مجموعة الهرمونات المعدنية فتقوم بتنظيم إفراز الكليتين للصوديوم والبوتاسيوم. ويُعَدُّ هرمون الألدوستيرون الهرمون الأكبر أهمية في هذه المجموعة. ويتحكم هرمون الرنين الذي تفرزه الكليتان، في إنتاج الألدوستيرون. وذلك لأن الإنتاج المفرط لهرمون الألدوستيرون يسبب ارتفاع ضغط الدم لدى بعض الناس. كما

تنتج الغدتان الكظريتان كميات ضئيلة فقط من هرمونات الجنس تنحصر بدرجة رئيسية في هرمونات الذكورة المسماة الأندروجينات. وتساعد الأندروجينات التي تفرزها الغدتان في تنظيم نمو شعر العانة، والخواص الجنسية المبكرة الأخرى في الذكور والإناث خلال الفترة السابقة للبلوغ.

لب الغدة الكظرية:

يفرز لب الغدة الكظرية أو الجزء النخاعي من الغدة الكظرية هرمونين قريبين من بعضهما بالتركيب الكيميائي، والتأثير الوظيفي هما الأدرينالين والنورأدرينالين اللذان يعملان إجمالا لتهيئة الجسم للتغيرات المرافقة لحالات الطوارئ، عندما يتعرض الإنسان أو الحيوان لخوف أو مقاتلة أو طيران أو غضب، ويتلخص عمل هذين الهرمونين بما يلي:

- انقباض الأوعية الدموية والشعيرات الدموية في الأحشاء، وبذلك يرتفع الضغط الدموي ويتحول الدم إلى الأمكنة التي تحتاجه في حالة الطوارئ مثل العضلات.
- توسيع الأوعية الدموية في العضلات والجلد لتوصيل الدم الكافي إليها.
- العمل على منع الحركة الدودية للعضلات الملساء في الأمعاء.
- زيادة نبض القلب لضخ كميات أكبر من الدم إلى العضلات.
- زيادة التنفس لتزويد الدم بكمية كافية من الأكسجين، وبالتالي لتزويد العضلات بهذا الأكسجين.
- تحويل جلايكوجين الكبد إلى جلوكوز، فتزيد كمية السكر في الدم، فيستغلها الجسم للحصول على المزيد من الطاقة اللازمة لمواجهة الظروف الطارئة.

اضطرابات الغدة الكظرية:

كما تقع غُدتا الكظر فوق الكليتين، تنقسم غدةُ إلى طبقتين، طبقة خارجية تدعى "القشرة"، وطبقة عميقة تُدعى باسم "لُب الكظر". تصنع قِشرة الكظر هرمونات لا يستطيع الإنسانُ أن يعيشَ من دونها، بما في ذلك الهرموناتُ الجنسية وهرمون الكورتيزول الذي يساعد على الاستجابة إلى حالات الشدة النفسية، بالإضافة إلى عدد من الوظائف الأخرى لهذا الهرمون. من الممكن أن تؤدّي اضطراباتُ قشرة الكظر إلى جعل غُدتي الكظر تصنعان هرمونات أكثر ممَّا يجب أو أقل ممَّا يجب؛ ففي حالة الإصابة بمتلازمة كوشينج إذ يكون إنتاجُ الكورتيزول زائداً. أمَّا في حالة داء أديسون، فإنَّ إنتاجَ الكورتيزول يكون قليلاً جداً. يُولَد بعضُ الأشخاص وهم غير قادرين على صنع الكمِّية الكافية من هرمون الكورتيزول. ويحدث ذلك نتيجة لظهور الأورامُ والعدوى بالأمراض أو الإصابة بالنزف، ولذلك يمكننا القول إلى أن مشكلات غُدتي الكظر يمكن أن تكونَ قاتلة إذا لم تتوفَّر معالجة سريعة لها. تعتمد المعالجةُ على نوع المشكلة الموجودة لدى المريض. ومن الممكن معالجةُ كثير من اضطرابات الكظر عن طريق الجراحة أو الأدوية.

الغدة البنكرياسية:

الغدة البنكرياسية، هي إحدى أهم الغدد المختلطة في جسم الثدييات للغدة دور مزدوج. فمن ناحية هي غدة خارجية الإفراز تقوم بإفراز العصارة البنكرياسية المحتوية على أنزيمات هاضمة. ومن ناحية أنها غدة صماء، أو غدة داخلية الإفراز تقوم بإفراز عدد من الهرمونات من أهمها هرمون الأنسولين وهرمون الجلوكاجون، اللذان يعملان علي تنظيم أيض ومستويات السكر في الدم والجسم. يؤدي الخلل في تنظيم الهرمونين إلى الإصابة بمرض السكري (شكل ٦٥).

الإفراز البنكرياسي:

تعد العصارة البنكرياسية عصارة هاضمة كاملة وذلك لاحتوائها على أنزيمات تهضم المواد العضوية الرئيسية للغذاء مثل البروتينات والكربوهيدرات والدهون والحموض النووية. وتفرز ويتم الهظم في الأمعاء الدقيقة. وتفرز الغدة البنكرياسية الأنزيمات التالية:

- **إنزيم الأميليز البنكرياسي (Amylase):** والذي يهضم الكربوهيدرات (السكريات) ويحول النشاء إلى المالتوز.
- **إنزيم التربسين (Trypsin) والكيموتربسين (Chymotrypsin) وأنزيم الكاربوكسي ببتيديز(Carboxypeptidase):** وهي أنزيمات هاضمة البروتين، فأنزيم التربسين يهضم البروتينات ويحولها إلى عديدات الببتيدات (Polypeptides) بينما إنزيم الكربوكسي ببتيديز يفكك عديدات الببتيد مكونة من ثلاثة الأحماض أمينية ثم ببتيدات ثنائية (Dipeptides)
- إنزيم الليبيز البنكرياسي (Pancreatic Lipase): والذي يحلل الدهون الى احماض دهنية + جلسرين.
- إنزيم الرايبونيوكليز (Ribonuclease) وانزيم الدي أكسي رايبونيوكليز (Deoxyribonuclease) يعملان على هضم الأحماض النووية (DNA, RNA) وتحويلها الى نيوكلتيدات أحادية (Mononucleotides).

كيف تحمي الغدد البنكرياسية نفسها من الهضم الذاتي؟

تحمي الغدة البنكرياسية نفسها من الهضم الذاتي بواسطة أنزيماتها بطريقتين:

❖ تفرز الأنزيمات وتخزن في الحويصلات على شكل غير نشط أو إنزيمات أولية (Proenzymes) مثل التربسين يفرز على هيئة تربسينوجين (Trypsinogen) والذي يتحول في الأمعاء الدقيقة إلى تربسين لوجود إنزيم الأنتروكينيز (Enterokinase).

❖ إنتاج مادة مثبطة للتربسين في الحويصلات الغدية للبنكرياس تمنع تنشيط إنزيم التربسين.

يقع الإفراز البنكرياسي تحت السيطرة العصبية، وهي سيطرة ضعيفة والسيطرة السائلية الكيميائية وهي السيطرة الفعالة. فنتيجة لوجود الطعام في الاثني عشر تصل التنبيهات العصبية من تفرعات العصب المبهم

(العاشر) لخلايا الغدد الحويصلية في البنكرياس والذي يحثها على إفراز أنزيماتها. اما السيطرة السائلية الكيميائية فتتمثل بإفراز هرمونين من خلايا أثنى عشر نتيجة لوجود الحامضية فيه وهذين الهرمونان هما:

- **السكرتين**: ويتكون من ٢٧ حمض أميني ويحمل بواسطة الدم إلى البنكرياس فيحفزها على إفراز عصارتها القلوية لتحويل الوسط الحامضي إلى قاعدي.

- **الكوليسستوكينين (Cholecystokinin)**: والذي يفرز نتيجة لتمدد بطانة الأمعاء الدقيقة لوجود الطعام يفرز من بطانة الاثني عشر لينتقل عبر الدم إلى البنكرياس ليحثها على إفراز أكبر كميه من الأنزيمات الهاضمة.

أما من ناحية كونه غدة من الغدد الصماء فالخلايا البنكرياسية تقوم بإفراز هرمونين مهمين للجسم أولهما هرمون الأنسولين والذي يعمل علي خفض سكر الدم بزيادة معدلات دخوله في الخلايا وتحفيز معدلات هدمه لتوليد الطاقة وهرمون الجلوكاجون والذي يعمل بطريقة مغايرة لطريقة عمل هرمون الأنسولين إذ تؤدي عمليات إفرازه من خلايا ألفا البنكرياسية إلي زيادة مستويات سكر الدم والمحافظة علي معدلاتها الطبيعية وذلك بتحفيز تكسر جليكوجين الجسم من خلايا الكبد والعضلات ودفعه إلي الدم ومن ثم رفع أو زيادة تركيزه.

أهمية الأنسولين داخل الجسم:

يسمح الأنسولين لأغشية الخلايا بأن تصبح أكثر نفاذاً بالنسبة لأنواع معينة من الأحماض الأمينية والكرياتين وبعض المعادن. كما يعمل الأنسولين على تنشيط البروتينات الناقلة للجلوكوز (GLUT – Glucose Transporte proteins) ؛ مما يسمح لخلايا العضلات بامتصاص الجلوكوز بشكل أكبر أثناء ممارسة التمرينات الرياضية. ويوجد نوعان من هذه البروتينات في العضلات الهيكلية: النوع الأول يسمي GLUT١ والذي يوجد بنسب قليلة، أما الثاني فهو GLUT٤، وهو مسئوول عن زيادة نقل الجلوكوز إلى خلايا الجسم استجابةً لانخفاض نسبة الأنسولين التي يتم إفرازها وانقباض العضلات واللياقة البدنية. يعتقد المتخصصون أن الأنسولين وممارسة التمرينات الرياضية يؤديان إلى زيادة عدد ناقلات GLUT٤ في أغشية الخلايا البلازمية لعضلات الهيكلية. ويزيد كل من أداء التمرينات الرياضية والأنسولين من معدل امتصاص العضلات للجلوكوز. ومع ذلك، فهناك دليل علمي جدير بالاعتبار يشير إلى أن ممارسة التمرينات الرياضية في أثناء استرخاء العضلات بعد فترة الاستراحة بين التمرينات تعوق عملية تكوُن الجليكوجين. ولهذا، يوصي بالتوقف عن ممارسة أي تمرينات لتقوية عضلة القلب والأوعية الدموية بعد الانتهاء من ممارسة تمرينات رفع الأثقال لأن ذلك من شأنه إعاقة عملية إعادة تكوُن الجليكوجين، وعدم السماح للجسم بالرجوع لحالته الطبيعية بعد الانتهاء من أداء تمرينات رفع الأثقال.

على الرغم من أن الأنسولين يعمل علي خفض الجلوكوز الموجود في الدم من خلال تخزينه في شكل جليكوجين أو احتراقه لتوليد الطاقة، فإنه يمكنه أيضاً تحويل السكر الزائد إلى دهون؛ ولهذا السبب يعد الأنسولين الأمينية، مما يساعد في النمو واستعادة حالة الجسم الطبيعية بعد ممارسة التمرينات الرياضية؛ حيث إن زيادة نسبة الجليكوجين في خلايا العضلات تؤدي إلى تهيئة بيئة أفضل للنمو. قد يكون لنوعية الطعام الذي نتناوله وأوقات تناول الوجبات أثر كبير على نسبة الأنسولين في الجسم، ويستطيع النظام الغذائي لبناء عضلات بطن قوية ومشدودة أن يساعد جسمك في تحقيق الاستفادة القصوي من الأنسولين. وهناك مجموعة كبيرة من المكملات الغذائية المتاحة التي يمكن استخدامها لتحقيق التوازن بين نسبتي السكر والأنسولين في الجسم بشكل طبيعي. وقد نقل عن بعض الرياضين أن هذه المكملات الغذائية التي تزيد من نسبة الأنسولين تحسن من أدائهم العضلي.

الجلوكاجون Glucagon:

يعتبر الجلوكاجون الهرمون المقابل أو المخالف تأثيره لتأثير هرمون الأنسولين، ينشط هرمون الجلوكاجون عند انخفاض نسبة السكر في الدم بشكل كبير. ومن الممكن أن يوقف هذا الهرمون عمل الأنسجة العضلية ويقلل من نسبة الجليكوجين المختزنة في الجسم ولذلك فمن الأهمية بحال السيطرة على نسب هذا الهرمون في الجسم.

المبيضان Ovaries:

يمثل المَبيضان الغدد التناسلية الأنثوية وهي الصفة الجنسية الأولية لدي الإناث فهي المسؤولة عن إنتاج البويضات وإفراز الهرمونات الجنسية الأنثوية مثل هرمون الإستروجين والذي يفرز من حويصلة جراف والبروجسترون والذي يفرز من الجسم الأصفر، ويقوم هرمون الإستروجين عند سن البلوغ إلي ظهور الصفات الجنسية الأنثوية الثانوية مثل نضج غدد الثدي وتعبأته بالدهون، أما هرمون البروجسترون فهو مسؤول عن تثبيت الحمل والحفاظ عليه. يبلغ حجم كل مبيض حجم لوزة كبيرة طولها حوالي ثلاثة سنتمترات وعرضا وسنتيمترين وسمكهما سنتمتر واحد. يقع المبيضان منفردان في التجويف البطني مقابلان لقناتي فالوب، ولا يوجد أي رابط تشريحي بينهما.

للمرأة مبيضان يتبادلان إخراج البويضات أثناء الدورة الشهرية الواحدة تلو الأخرى. بعد ولادة الأنثى، يحتوي المبيض علي البصيلات التي تتحول لبويضات مع كل دورة شهرية هرمونية. تولد الإناث وكل مبيض يحتوي على نحو ٣٠٠،٠٠٠ بصيلة، لا ينضج منها نحو ٢٠٠ على مدى فترة خصوبة المرأة.

تركيبة المبيض:

اللب (Medulla): وهو الجزء المركزي من المبيض، وهو غني بالأوعية الدموية ويحتوي علي العديد من الأوعية الدموية والبيضات ذات المراحل العمرية المتنوعة.

القشرة (Cortex): في المبيض تمثل القشرة طبقة رقيقة سطحية، مولدة للبويضات، بيضاء اللون، تحتوي على آلاف الحويصلات الأولية (Primordial follicles)، حجمها ٠.٢٥ – ١ ملم، تتألف الواحدة منها من بويضة تتكون من طبقة واحدة من الخلايا المحببة، وبينها خلايا متطورة تفرز هرمونات. تقع القشرة بين الطلاء الجرثومي المتكون من خلايا طلائية مكعبة من الخارج، والغلالة البيضاء من الداخل، وهي تحيط باللب. (شكل ٦٦).

وظائف المبيض:

يقوم المبيض بوظيفتين أساسيتين هما:

تكون البويضات:

يقوم المبيض بيكون البويضات وذلك كل ٢٨ يوم تقريبا. كما اشرنا من قبل يتم إنتاج البويضة بالتناوب عادة بين المبيضين في الفترة من سن البلوغ وحتى انقطاع الطمث وفي تلك المرحلة انقطاع يتم إنتاج حوالي ٤٠٠ بويضة من كل المبيضين عند الوصول مرحلة انقطاع الطمث او تعرف بمرحلة سن اليأس يتوقف المبيض عن إنتاج البويضات ويحدث ذلك في الغالب ما بين سن الخامسة والأربعين والخمسين.

إفراز هرمونات جنسية وهي:

الإستروجين (Estrogen): يفرز هرمون الاستروجين من حويصلة جراف في المبيض، ويقوم بالعمل عند سن البلوغ وهو المسؤول عن ظهور الصفات الجنسية الأنثوية مثل نضج غدد الثدي وتعبأتها بالدهون. كما يعمل على زيادة حجم الأعضاء التناسلية، وزيادة الشهوة الجنسية. يبلغ معدل إفرازه اليومي ٠,٠٧ مغم في بدء الطور الجريبي، و٠.٦ ملجم قبيل الإباضة مباشرة.

البروجسترون (Progesterone): يفرز هرمون البروجستون من الجسم الأصفر في المبيض ويبلغ تركيزة في الدم عند الرجل ٠.٣ نانوجرام / سم^3، وعند المرأة ٠.٩ نانوجرام / سم^3 أثناء المرحلة الجريبية أو مرحلة التكاثر، أما خلال المرحلة اللوتينية أو الإفرازية فيزداد إفراز المبيض له ٢٠ ضعفا ولذلك يرتفع معدله في الدم إلى ١٥ نانوجرام / سم^3،. من فوائد هرمون البروجستون تهيئة بطانة الرحم لاستقبال البويضة وتثبيت الجنين في الرحم في أثناء الحمل.

الدورة الشهرية "الحيض" Menstrual Cycle:

الإنسان هو أحد الكائنات الحية التي لديها دورة إنجابية شهرية وذلك للتعويض عن فرصة الإخصاب الحمل المُنخفضة نسبياً مادة ما تكون مدة الدورة الشهرية قارنة بغيرها من مجموعات الحيوان المختلفة. عادة ما تكون مدة هذه الدورة ٢٨ يوماً. يُمكن تقسيم الدورة الشهرية حسب الأطوار أو التغيرات التي تطرأ على المبيض إلي المراحل الثلاثة التالية:

- الطور الجُريبي Follicular Phase
- الإباضة (التبويض) Ovulation
- الطور التال للإباضة Postovulatory Phase أو الطور الأصفري Luteal Phase

كيفية التحكم الهرموني بالدورة الشهرية:

تقع جميع مراحل الدورة الشهرية للمرأة تحت سيطرة العديد من الهرمونات والتي تفرز من تحت المهاد–النُخامي–المبيضي Hypothalamo–Pituitary–Ovarian Axis والتي تعمل علي تطور ونضوج الجُريب في المبايض والذي ينتج منه البويضة، والإباضة ونقصد بها طرح البويضة من الجُريب. وتتحكم منطقة تحت المهاد Hypothalamus (هايبوثلاماس) في المخ بتغيرات الدورة الشهرية، وتتأثر منطقة ما تحت المهاد بمراكز عليا في المخ Brain Higher Centers مما يؤدي إلى تأثر انتظام الدورة الشهرية بعوامل مثل القلق والتوتر والضغط النفسي. تفرز منطقة تحت المهاد هرمون يعرف بالهُرْمونُ المُطْلِقُ لمُوَجِّهَةِ الغُدَدِ التَّناسُلِيَّة "Gonadotrophin–Releasing Hormone "GnRH وتفرزه في نبضات كل ٩٠ دقيقة تقريباً أي تفرز الهرمون ثم يتوقف الإفراز وتفرزه مرة أخرى بعد ٩٠ دقيقة وهكذا. ينتقل هرمون GnRH عبر الأوعية الدموية الدقيقة في الجَهازُ النَّخامِيُّ البَوَّابيّ Pituitary Portal System ليصل الجزء الأمامي للغدة النخامية Pituitary Anterior ويُحفز الخلايا المُوَجِّهَةٌ للغُدَدِ التَّناسُلِيَّة Gonadotrophs لكي تُصنّع وتفرز الهُرْمونُ المُنَبِّهُ أو المُحرّض للجُرَيب والهُرْمونُ المُلَوتِن.

الهُرْمونُ المُنَبِّهُ أو المُحرّض للجُرَيب FSH: الهرمون المنبة أو المحرض للجريب FSH يُحفز نضج الجُريب في المبيض أثناء الطور الجُريبي من الدورة الشهرية. كما يعمل كذلك مع الهُرْمونُ المُلَوتِن LH على تحفيز الخَلَايا المُحَبَّبة Granulosa cells في الجُريبة المِبيضية الناضجة Mature Ovarian Follicle لإنتاج وإفراز الهرمونات الأستيرودية خاصة الأستيروجين Oesterogen.

الهُرْمونُ المُلَوتِن LH: يلعب الهرمون الملوتن دور أساسي في الإباضة أي طرح البويضة من الجُريبة الناضجة، الي تجويف المبيض ولذلك يلاحظ ارتفاع مستويات هذا الهرمون في الدم منتصف الدورة الشهرية. كما يعمل الهرمون كذلك إنتاج هرمون البروجيستيرون Progesterone من الجسم الأصفر Corpus luteum ويكون

ذلك تحت تأثير الهُرْمونُ المُلَوتِن والذي يفرز من الطور الأصفر المكون بعد تحرير البويضة من الجريب. ولذلك يمكن القول ان التغيرات التي تحدث في المبيض نتيجة لتأثير هذه الهرمونات خلال أطوار الدورة الشهرية تكون تحت تأثير آلية التلقيم الارتجاعي Feedback Mechanism التي تعمل ما بين منطقة تحت المِهاد في المخ والغدة النخامية والمبيض (شكل ٦٧).

التغيرات التي تحدث في المبيض أثناء الدورة الشهرية:

❖ **الطور الجُريبي Phase Follicular:** في الأيام الأولي من الدورة الشهرية (١ – ٨ يوم) الدورة الشهرية يكون مستوى FSH و LH عاليين نسبياً، ونتيجة لهذا الارتفاع يحُثان تطور ١٠ – ٢٠ جُريبة، ولكن عادة تصل منهم واحدة فقط للنضج التام ويطلق علي تلك التجربة الجُريبة المُسيطرة Dominant Follicle ويرجع المستوى المُرتفع نسبياً لهرمون FSH و LH في تلك الفترة للمستوي المُنخفض لهرمون الأستيروجين والبروجستيرون من الدورة السابقة (تلقيم إرتجاعي إيجابي Positive zeedback)، بعد الطمث (الحيض) يكون مستوى الأستيروجين مُنخفض نسبياً في تلك الفترة ثم يبدأ بالارتفاع مع التطور الجُريبي Follicular Development في المبيض.

❖ **الأيام ٩– ١٤ من الدورة:** مع زيادة حجم الجُريبة تتجمع السوائل بين الخَلاَيا المُحَبَّة التي تندمج مما ينتج عنه جوف مركزي ممتلئ بالسوائل يُسمى غار الجُريب Antrum Folliculare، هذا الجوف يُحول الجُريبة الأولية Primary Follicle إلى جُرَيبُ غراف الحُوَيصِلِيَّة جراف Graafian Follicle، وتحتل الخَلِيَّةُ البَيضِيَّة Oocyte جزء طرفي منه مُحاطة بطبقتين أو ثلاث طبقات من الخَلاَيا المُحَبَّة تُسمى رُكْمَةٌ مَبِيْضِيَّةٌ Oophorus Cumulus. مع نضوج الجُريبة المِبيضية يزداد إفراز هرمون الإستروجين خاصة الأستيرادايول Oestradiol من الخَلاَيا المُحَبَّة ويصل ذروته ١٨ ساعة قبل الإباضة. مع ارتفاع مستوى الإستروجين في الدم يتم تثبيط إفراز FSH و LH بآلية التلقيم الارتجاعي السلبي Negative Feedback Mechanism وذلك لمنع فرط تحفيز المبايض ونضوج أكثر من جُريبة، كما يقوم بالعمل نفسة مادة الأنهيبين Inhibin التي تفرزها الخَلاَيا المُحَبَّة للغرض نفسه.

❖ **الإباضة Ovulation:** اليوم ١٤ من الدورة الشهرية للمرأة تحدث الإباضة أو التبويض ويقصد بها عملية طرح البويضة من الجُريبة المِبيضية في المِبيض. قبيل الباضة مباشر يحدث ازدياد سريع في حجم الجُريبة وتبرز من سطح القشرة المِبيضة ovarian cortex ومن ثم تنفجر مُطلقة الخَلِيَّةُ البَيضِيَّة مع الرُكْمَةٌ المَبِيْضِيَّةٌ المُلتصقة بها. وفي تلك الفترة بعض النساء قد يشعرن بألم يسبق انفجار الجُريبة ويُسمى وطلق علي ذلك ميتل شميرز Mittleschmerz. يُعتقد بأن ارتفاع الأستيرادايول يُحفز ارتفاع LH عند منتصف

الدورة Surge Mid–Cycle LH وبدرجة أقل إفراز FSH بآلية التلقيم الإرتجاعي الإيجابي. قبل الإباضة بقليل ينخفض إنتاج هرمون الأستيرادايول ويزيد إنتاج هرمون البروجيستيرون.

- **الطور الأصفر luteual phase**: في اليوم ١٥ من الدورة ما يعقب ذلك من ايام تحدث علي ما يتبقى من الجُريبة المِبيضية تغيرات تركبية ومظهرية علي الجريب المتبقي في المبيض بعد طرح البويضة فتنفذ خلاله شعيرات دموية دقيقة capillaries وأرومات ليفية fibroblasts، وتتلون الخلايا المُحببة التي كانت موجودة في الجُريبة (أي يتغير شكلها وهيئتها ويطلق علي هذا المكون الجديد اسم الجسم الأصفر corpus luteum الذي يكون مصدر الهرمونات الأستيرودية الجنسية sex steroid hormones البروجيستيرون والأستيروجين ولذلك بعد الإباضة ترفع إفرازات الجسم الأصفر مستوى هرمون البروجيستيرون والأستيرادايول في الدم. أثناء هذا الطور ينخفض مستوى الهرمونات المُوَجِّهَةِ للغُدَدِ التَّناسُلِيَّة gonadotrophins وهما FSH و LH وتبقى مُنخفضة حتى يتم تَقَهْقُر الجسم الأصفر الذي يحدث في الأيام ٢٦ – ٢٨ من الدورة، ثم تتكر الدورة مرة أخري
- **حدوث الحمل**: في حال أنه لم يتم تلقيح وغرس البويضة فإن الجسم الأصفر يتَقَهْقُر ويحدث الحيض (نزول دم الدورة الشهرية)، وينخفض مستوى الهرمونات الستيرويدية الجنسية (الأستيرادايول والبروجيستيرون) مما يُسبب ارتفاع في إفراز الهرمونات المُوَجِّهَةِ للغُدَدِ التَّناسُلِيَّة بآلية التلقيم الارتجاعي الإيجابي وتبدأ الدورة الشهرية التالية اما إذا حدث تلقيح للبويضة وانْغِراس البويضة المُلقَّحة في جدار الرحم فإن الجسم الأصفر لا يتَقَهْقُر ويستمر في عمله لأنه يكون مُصان بالهرمون مُوَجِّهَةُ الغُدَدِ التّناسُلِيَّةِ المشيمية البَشَرِيَّة HCG (Human Chorionic) Gonadotrophin)) الذي تفرزه الأَرومَات الغاذِيَة (الأَدِيْمُ الغَاذي) Trophoblasts وهي الخلايا التي تُثبت المُضغة في جدار الرحم وتمدُها بالغذاء (شكل ٦٨).

التغيرات التي تحدث في الرحم أثناء الدورة الشهرية:

أثناء الدورة الشهرية يحدث لجدار الرحم العديد من التغيرات الشكلية والوظيفية. تتكون بِطانَةُ الرَّحِم من طبقتين، طبقة سطحية Superficial layer وهي التي تنفصل وتُذرف أثناء الحيض وطبقة قاعدية (أساسية) Basal layer والتي لا تُذرف في الحيض وإنما تبقى لتُجدد الطبقة السطحية أثناء الدورة الشهرية التالية. نستطيع أن نُقسم التغيرات في الرحم إلى:

الطور التَكاثُرِيّ Proliferative Phase: أثناء الطور الجُريبي للمبيض تكون بطانة الرحم تحت تأثير هرمون الأستيروجين مما يُسبب تكاثر الغدد في البطانة، ويكون شكلها أنبوبي ومُرتبة بشكل نظامي ومُتوازية (شكل ٦٩).

الطور المُفْرِز Secretory Phase: بعد الإباضة تكون بطانة الرحم تحت تأثير هرمون البروجيستيرون مما يُحفز إنتاج الإفرازات في غدد بطانة الرحم مما يجعلها مُنتفخة ومُتعرجة (شكل٧٠).

الطور الحيضي Menstrual Phase: يؤدي إفراز الجسم الأصفر في المبيض لهرمون الأستيروجين والبروجيستيرون في نهاية الطور الأصفر للمبيض تقلص شديد في شُريان بِطانَةُ الرَّحِمِ Endometrial Arterioles مما يسبب نَخَرٌ إقْفارِيّ Necrosis Ischaemic للطبقة السطحية من بطانة الرحم أي موت الخلايا نتيجة نقص أو توقف جريان الدم لها، مما يسبب ذرفها ونزول دم الحيض. تقلص الشُريان يكون نتيجة لإنتاج البروستاجلاندين Prostaglandins، والذي تُسبب كذلك زيادة في تقلصات الرحم أثناء الحيض مما قد يُسبب عُسْرُ الطَّمْث (dysmenorrhoea) أي الشعور بالآلام التي تشتكي منها بعض النساء أثناء نزول دم الحيض.

التغيرات التي تحدث في المُخاط الرَقَبِيّ (cervical mucus) في الرحم أثناء الدورة الشهرية:

في بداية الطور الجُريبي للمبيض يكون المُخاط ثخين ومُتلزج وغير قابل للاختراق بواسطة الحيوانات المنوية. وفي أواخر هذا الطور وتحت تأثير مستوى هرمون الأستيروجين المُتزايد تزيد كمية الماء تدريجياً في المُخاط ويُصبح مائي وسهل الاختراق بواسطة الحيوانات المنوية قبل حدوث الإباضة. بعد الإباضة وتحت تأثير هرمون البروجيستيرون من الجسم الأصفر والذي يضاد عمل الأستيروجين، يعود المُخاط الرقبي مرة ثانية ليُصبح ثخين ومُتلزج وغير قابل للاختراق بواسطة الحيوانات المنوية (شكل٧١).

التغير الذي يطرأ على حرارة الجسم:

بعد التبويض يحدُث ارتفاع في درجة حرارة الجسم الأساسية بمعدل نصف درجة مئوية ويستمر هذا الارتفاع حتى نزول دم الحيض ويحدث هذا نتيجة تأثير هرمون البروجيستيرون في الجسم الذي يزيد مستواه بعد الإباضة. إذا وقع الحمل فإن هذا الارتفاع في درجة حرارة الجسم يستمر طوال فترة الحمل حتى الولادة.

حقائق عن المبيض والدورة الشهرية:

- إذا كانت الدورة الشهرية طويلة، أي أكثر من ٢٨ يوم، فإن الطور الجُريبي تكون مدته هي الأطول ومدة الطور الأصفر تكون دائماً ١٤ يوماً.
- يبلغ حجم كل مبيض حجم لوزة كبيرة: ويختلف حجمه من امرأة إلى أخرى، بل وعند نفس المرأة، يتراوح حجمه ما بين ٣.٥ – ٥ سم طولا، و ٢.٥ سم عرضا، و ١ – ١.٥ سم سمكا، ووزنه من ٤٤٥ – ٧١٠ غم.
- قبل البلوغ يكون سطح المبيض أملسا ناعما، ولكن بعد البلوغ، وتكرار عملية الإباضة يصبح سطح المبيض مجعدا بسبب الندب التي تخلفها حوصلات جراف بعد انفجارها. وبعد سن اليأس يذوي وينكمش ويضمر حجم المبيض.

▪ عندما تصل المرأة إلى سن الإنجاب تخرج بويضة واحدة كل شهر من أحد المبيضين وتذهب إلى الرحم عبر قناة فالوب. وإذا لم يتم إخصاب البويضة بواسطة حيوان منوي فإنها تخرج من الرحم، بمحاذاة بطانة الرحم، كجزء من الدورة الشهرية.

الخصية:

الخصية هي الغدد التناسلية الذكرية في الحيوانات، بالإضافة إلي دور الخصي في إنتاج الحيونات المنوية فللخصي وظائف أخري متعلقة بوظائف الجهاز الغدي فالخصيتان عضو في كل من الجهاز التناسلي وجهاز الغدد الصماء. اما من ناحية التركيب التشريحي تتكون الخصية من العديد الأنيبيبات منوية، توجد فيما بينهما خلايا بينية تفرز هرمون التستوستيرون، ويوجد داخل كل أنبوبة منوية خلايا تسمى خلايا سرتولى (Sertoli cells) تفرز سائل يعمل على تغذية الحيوانات المنوية داخل الخصية ويعتقد أن لها وظيفة مناعية أيضاً. لكل أنيبة منوية توجد خلايا مبطنة تسمى خلايا جرثومية أمية تحتوي علي أعداد زوجية صبغية (٢N) والتي تنقسم هذه الخلايا وتكون في النهاية الحيوانات المنوية ذات المجموعة الصبغية الأحادية (N). ومن الأهمية بحال الإشارة إلي ان الخصيتين تعملان بشكل أفضل في درجة حرارة أقل بقليل من درجة حرارة الجسم الطبيعية، هذا هو سبب وجود الخصيتين خارج تجويف الجسم. وهناك عدد من الآليات للحفاظ على الخصيتين في درجة الحرارة المثلى منها تغطية الخصيتين بكيس الصفن الذي يتدلى خارج تجويف البطن، وبقائها في هذا الوضع يجعل درجة حرارتهما أقل من درجة حرارة الجسم بما يناسب عملية تكوين الحيوانات المنوية ولا يقتصر الأمر علي كيس الصفن والخصيتين فعلي العكس من الجهاز التناسلي الأنثوي يقع معظم الجهاز التناسلي الذكري خارج الجسم، وتتضمن تلك الأجزاء الخارجية القضيب وكيس الصفن والخصيتين. والغرض من أعضاء الجهاز التناسلي الذكري هو أداء العملية الجنسية، إنتاج وصيانة ونقل الحيوانات المنوية، والسائل المنوي، تفريغ الحيوانات المنوية داخل الجهاز التناسلي للمرأة أثناء العملية الجنسية. إنتاج وإفراز الهرمونات الجنسية الذكرية المسؤولة عن الحفاظ على الجهاز التناسلي الذكري. وسوف نستعرض فيما يلي بعض المواصفات التركيبية للجهاز التناسلي الذكري.

الأعضاء التناسلية الخارجية:

القضيب: القضيب هو العضو الذكري الذي يستخدم في العلاقة الجنسية ويتكون من ثلاثة أجزاء هي جذر القضيب والذي يتصل بحائط البطن، وجسم القضيب أو جدل القضيب والحشفة وهي الجزء المخروطي الشكل الذي يقع عند نهاية القضيب. وتغطي رأس القضيب طبقة رخوة تسمى القلفة أو جلدة الذكر. وغالبا ما تزال تلك الطبقة في عملية الختان. وتقع فتحة الإحليل في طرف القضيب وهي الأنبوبة التي تنقل البول والسائل المنوي. كما يحتوي القضيب على عدد كبير من النهايات العصبية الحسية. يتخذ جسم القضيب شكلاً أسطوانيا

ويتكون من ثلاثة حجرات دائرية الشكل. وتلك الحجرات مكونة من نسيج خاص يشبه الإسفنج. ويحتوي هذا النسيج على الآلاف من الفراغات الكبيرة التي تمتلئ بالدم عندما يثار الرجل جنسياً. وعندما يمتلئ القضيب بالدم يصبح صلباً ومنتصباً مما يسمح بالإدخال أثناء العلاقة الجنسية. وجلد القضيب مطاطي كي يتكيف مع التغيرات في حجم القضيب أثناء الانتصاب. عندما ينتصب القضيب ينغلق مجرى البول ويمنع البول من التدفق ليسمح بقذف السائل المنوي فقط. يتم قذف السائل المنوي، الذي يحتوي على الحيوانات المنوية عبر نهاية القضيب وذلك عندما يصل الرجل إلى ذروة الإثارة الجنسية برعشة الجماع.

كيس الصفن: وعاء من الجلد المرتخي يشبه الكيس الصغير يتدلى خلف وأسفل القضيب. يحتوي الكيس الصفن على الخصيتين وكذلك يحتوي على العديد من الأوعية الدموية والعصبية. ويعمل هذا الكيس كنظام للتحكم في الجو بالنسبة للخصيتين. فمن أجل تكوين حيوانات منوية طبيعية يجب أن تكون الخصيتين في درجة حرارة أبرد قليلاً من درجة حرارة الجسم. كذلك يلاحظ وجود عضلات خاصة في جدار الوعاء تسمح له بالانقباض والارتخاء وتحريك الخصيتين بالقرب من الجسم للتدفئة أو بعيداً عن الجسم لتخفيض درجة الحرارة.

الخصيتين: الخصيتن في الأنسان عضوان بيضاويا في الشكل ومعظم الرجال لديهم الخصي تقع كل واجدة في كيس الصفن وتبقى ثابتة عند نهايته عن طريق الحبل المنوي. والخصية مسؤولة عن إنتاج هرمون التستوستيرون وهو الهرمون الجنسي الذكري، كما أنها مسؤولة عن إنتاج الخلايا المنوية والسائل المنوي. وتوجد بداخل الخصيتين سلسلة من الأنابيب الملفوفة التي تسمى الأنيبيبات الناقلة للمني (شكل٧٢).

الأعضاء التناسلية الداخلية:

هناك أعضاء داخلية للجهاز التناسلي الذكري والتي تسمى أيضاً الأعضاء الإضافية وتتضمن ما يلي:

البربخ: البربخ عبارة عن أنبوبة طويلة ملفوفة تقع على جانب كل خصية. تقوم بنقل وتخزين الخلايا المنوية التي يتم إنتاجها في الخصيتين. ومن وظائف البربخ أيضاً العمل على إنضاج الحيوانات المنوية فهي تنشأ في الخصية غير ناضجة وغير قادرة على الإخصاب. وخلال الإثارة الجنسية يجبر الانقباض الحيوانات المنوية على الدخول إلى الأسهر أو ما تعرف بالقناة الناقلة للمني.

الأسهر: الأسهر أو القناة الناقلة للمني هو عبارة عن أنبوبة عضلية طويلة تمر من البربخ عبر تجويف الحوض وحتى خلف المثانة. ويقوم الأسهر بنقل المني الناضج إلى الإحليل وهو الأنبوب الذي ينقل البول أو السائل المنوي إلى خارج الجسم استعداداً للقذف.

القنوات الدافقة: تتكون تلك القنوات من التحام الأسهر والأوعية المنوية (انظر أدناه). وتقوم القنوات الدافقة بالتفريغ داخل مجرى البول.

الإحليل: هو الأنبوبة التي تنقل البول من المثانة إلى خارج الجسم. وللإحليل وظائف إضافية منها قذف المني عندما يصل الرجل إلى هزة الجماع. وعندما ينتصب القضيب يمنع البول من التدفق من مجرى البول ويسمح فقط بقذف المني.

الحويصلات المنوية: الحويصلات المنوية هي عبارة عن أوعية تشبه الأكياس تتصل بالأسهر بالقرب من قاعدة المثانة. وتقوم الأوعية المنوية بإنتاج سائل غني بالسكر (فركتوز) والذي يزود المني بمصدر للطاقة للمساعدة على تحريكه. وتشغل الحويصلات المنوية معظم حجم سائل القذف الذكري.

غدة البروستاتا: هي عبارة عن غدة تقع أسفل المثانة البولية أمام المستقيم. وتساهم غدة البروستاتا بسائل إضافي في القذف. كما تساعد سوائل البروستاتا أيضاً في تغذية المني. ويمر الإحليل، الذي يحمل السائل المنوي للقذف خلال هزة الجماع، عبر مركز غدة البروستاتا.

الغدد البصلية الإحليلية: تسمى أيضاً غدة كوبر، وهي غدد في حجم البازلاء تقع على جانبي الإحليل أسفل غدة البروستاتا. وتقوم تلك الغدد بإنتاج سائل زلق ونقي والذي يقوم بالتفريغ مباشرةً بداخل الإحليل. ويعمل هذا السائل على ترطيب مجرى البول ومعادلة أي حمضية قد تكون موجودة بسبب بقايا من قطرات البول المتبقية في مجرى البول.

كيف يعمل الجهاز التناسلي الذكري؟

تعتمد طريقة عمل الجهاز التناسلي الذكري بأكمله على الهرمونات. والهرمونات الأساسية المساهمة في طريقة عمل الجهاز التناسلي الذكري هي الهرمون المنبه للجريب، والهرمون اللوتيني، وهرمون التستوستيرون. والهرمون المنبه للجريب ضروري لتكوين النطف، أما الهرمون اللوتيني فيعمل على تحفيز إنتاج هرمون التستوستيرون واللازم أيضاً لإنتاج المني. وهرمون التستوسترون هو المسئوول عن تطوير الخصائص الذكرية بما في ذلك كتلة وقوة العضلات، وتوزيع الدهون، وكتلة العظاءم ونمو شعر الوجه، وتغير الصوت والرغبة الجنسية وسوف نستعرض فيما يأتي اهم خصائص الهرمونات.

هرمون التستوستيرون:

هرمون التستوستيرون هو هرمون ذكري ستيرويدي steroid hormone وهو مشتق من مجموعة الكوليسترول cholesterol وتعرف الأندروجينات (androgen). هرمون التستوستيرون يتحول في الأنسجة الطرفية إلى داي هيدرو تستوستيرون DHT. هرمون التستوستيرون يؤثر على التطور والخصائص الجنسية وله دور في تميز لون الجلد وفي نمو العظام في الرجل يتم إنتاج كميات كبيرة من التستوستيرون بواسطة خلايا ليدج Leydig cells في الخصيتين. وبكمية كما تنتج أيضا ولكن بكميات صغيرة من الغدة الكظرية. في النساء يتم إنتاج كميات صغيرة من هرمون التستوستيرون بواسطة الغدة الكظرية pituitary gland

والمبايض. وكمية هرمون التستوستيرون عند الأولاد والبنات تكون أقل قبل سن البلوغ، وتعتمد كمية هرمون التستوستيرون علي كمية الهرمون والذي يتم إنتاجه من الغدة النخامية (pituitary gland). فعندما يكون مستوى هرمون التستوستيرون منخفضا، تقوم الغدة النخامية بتحرير هرمون LH الذي يزداد مستوى من كمية هرمون التستوستيرو. قبل البلوغ يكون مستوى هرمون التستوستيرون منخفضا وفي سن البلوغ يزداد مستوى الهرمون ويسبب نضج الأعضاء التناسلية، وإنتاج الحيوانات المنوية، وتطور الخصائص والصفات الجنسية كنمو شعر الوجه والجسم وكبر العضلات، وعمق أو خشونة الصوت. يستمر هرمون التستوستيرون في الارتفاع حتى سسن الـ ٤٠ ثم يبدأ في الانخفاض بعد ذلك. أغلب التستوستيرون الموجود في الدم مرتبط ببروتين يسمى الجلوبيولين الرابط بالهرمون الجنسي sex hormone binding globulin (SHBG) ويسمى أيضا Testosterone–estrogen Binding Globulin (TeBG)، وكمية صغيرة من التستوستيرون مرتبطة بالألبومين.

أثبت الطب الحديث اعتماد صحة الرجل بشكل عام على وجود نسبة طبيعية من الهرمونات بالجسم ومن أهمها هرمون الذكورة (Testosterone) بما له من تأثيرات مباشرة على صحة الرجل الجنسية وتأثير الرغبة والصحة العامة. والمصدر الرئيسي لهرمون الذكورة في جسم الرجل هو الخصيتين ويبدأ إفرازهما لهذا الهرمون مبكرا في بداية المراحل الجنينية، وتحديد الجنس، وبعد عملية البلوغ يزداد مستوى هرمون الذكورة مرة أخرى لتظهر علامات الذكورة الثانوية وعلامات البلوغ. ومن المعروف طبيا أن خصية الرجل الطبيعي تصنع من ٦ إلى ٧ ملجم من هرمون الذكورة يوميا. وللهرمون العديد من الوظائف الحيوية منها ما هو له علاقة بالصحة الإنجابية والجنسية ومنها ما له علاقة بالصحة العامة والناحية المزاجية. من سن ٢٥ عاما إلى ٧٥ عاما يحدث نقص تدريجي في مستوى هرمون الذكورة وقد يصل النقص إلي ما يقري من ٣٠٪ في الرجال الأصحاء.

دور هرمون الذكورة وصحة الرجل:

تشير الأبحاث الطبية أن الخصية الطبيعية للرجل البالغ الطبيعي تصنع يوميا حوالي ١٠٠ مليون حيوان منوي كما أنها تصنع في نفس الوقت من ٦–٧ مجم هرمون ذكورة. وتقع هذه الوظائف الحيوية تحت سيطرة وتنظيم الهرمونات الصادرة من الغدة النخامية FSH و LH أساسا بالإضافة إلى بعض الهرمونات الأخرى مثل هرمون النمو GH. ولهرمون الذكورة دور رئيسي على الجهاز العصبي فهو مهم للإحساس بالرغبة الجنسية، والإحساس بالطموح والرضى، ولذلك يؤدي نقصه للشعور بالضيق والاكتئاب أحيانا. وللهرمونات الذكورية دور مهم في تصنيع كرات الدم الحمراء من الكبد والنخاع وكذلك يتم استخدمة أيضا كعلاج مساعد عندالإصابة بالأنيميا. وللهرمونات الجنسية الذكرية دور في عملية التمثيل الغذائي، وبناء العضلات والأنسجة، ولذلك يستخدمه بعض الرياضيين أملا في بناء العضلات. كما يساعد الهرمون الرجل في يومه ونشاطه ولذلك

فإن مستوى هرمون الذكورة في الدورة الدموية يكون مرتفعا في الصباح ومنخفضا قليلا في الليل. وللهرمون دور هام للغاية في بناء العظام ولذلك يؤدي نقصه للإصابة بهشاشة العظام. وللهرمون دور مهم أيضا للجلد ولإفراز الغدد الدهنية بالجلد وكذلك لجميع وظائف الجسم الحيوية. ونأتي للسؤال الهام هل يظل مستوى التستوستيرون مدى الحياة أم يتأثر بعوامل أخرى؟ في الحقيقة لقد بينت جميع البحوث الطبية الحديثة أن هناك تناقصا مستمرا لمستوى هرمون الذكورة مع التقدم في السن، وهذا النقص يؤثر على المستوى الكلي للهرمون والمستوى الحر منه في الدم ويحدث بصورة تدريجية مع التقدم في السن كجزء من مظاهر الشيخوخة. ويؤدي النقص تدريجي في كتلة عظام الجسم و زيادة احتمال حدوث بالهشاشة وحدوث كسور العظام بسهولة، ويكون ذلك مصحوبا بشعور بالإرهاق والتعب بسهولة وضعف تدريجي في الرغبة الجنسية والقدرة الجنسية، وقد ينعكس ذلك على الناحية النفسية والمزاجية ويكون مصحوبا بنقص الشعور بالرضا أو السعادة. أما بالنسبة للقلب والأوعية الدموية فهناك علاقة غير مباشرة بين نقص هرمون الذكورة واحتمالات حدوث مشاكل في الدورة الدموية والقلب وللهرمون تأثيرات مختلفة على عوامل التجلط كما أن له دورا إيجابيا بالنسبة لتأثير الأنسولين على الأنسجة. كما أثبتت بعض الدراسات الطبية الحديثة وجود علاقة بين نقص مستوى هرمون الذكورة في كبار السن وزيادة حدوث احتمالات الإصابة بأمراض شرايين القلب وحدوث ذبحة صدرية. كما أنه قد يكون مصحوبا بزيادة تدريجية في الدهون الثلاثية وما يشكلة ذلك من مخاطر على القلب. ولذلك فمن المهم معرفة أعراض المرض وأسبابة وأن يكون الطبيب المعالج على دراية كاملة بهذه الأعراض لأن بعضها قد يتشابه مع مرض الاكتئاب. في أغلب الحالات قد يعود انخفاض الهرمون إلى ضعف قدرة الخصية على إفرازه والقليل من الحالات تكون بسبب ضعف وقلة هرمون الغدة النخامية. ولذلك قد يحتاج الأمر إلى إجراء بعض التحاليل الأخرى بالمختبر وأحيانا قد تجرى بعض الفحوصات الأكثر دقة على الغدة النخامية لمعرفة السبب بدقة مثل الأشعة المقطعية أو الرنين المغناطيسي وإجراء بعض الفحوصات الدقيقة علي غدة البروستاتا.

هرمون الذكورة وبناء الجسم:

ظهر الاهتمام باستخدام هرمون الذكورة في بناء الجسم والعضلات بالنسبة للرياضيين في منتصف القرن الماضي، وذلك لما عرف عن هذا الهرمون من قدرة عجيبة على بناء العضلات، وزيادة التمثيل الغذائي والبناء. هذا وقد كانت هناك العديد من المحاولات لفصل تأثيراته ذات الطابع الذكوري عن تأثيره كبناء للعضلات وذلك عن طريق التلاعب في التركيب الجزيئي للهرمون ولكن لم ينجح أحد في ذلك حتى الآن. وفي المعتاد يقوم هؤلاء الأشخاص باستخدامه بجرعات مرتفعة للغاية تمثل من ١٠ – ١٠٠ ضعف من مستويات الهرمون الطبيعية وذلك بهدف بناء كامل للعضلات، ولمثل هذه الاستخدامات بالجرعات السابقة العديد من الأعراض الجانبية لذلك من أهمها توقف عملية إنتاج الحيوان المنوي في الخصية وذلك لحدوث ردة فعل نقص هرمونات

الغدة النخامية وقد تتوقف هذه العملية تماما في المستقبل لذلك ننصح الشباب بتجنب هذه المحاولات الضارة لما لها من خطورة على الصحة العامة والجنسية.

المشيمة:

المشيمة عضو شبة أسطواني ينمو متصلاً بباطن جدار الرحم عند معظم الثدييات ويتم خروج المشيمة من جسم الأم بعد المرحلة الولادة. تمتد المشيمة الجنين بالطعام والأكسجين، وتسحب نتاج نفايات الجنين[١]. كما تقوم المشيمة بإنتاج هرمونات تحافظ على الحمل وتنظم نمو الجنين. تتكون المشيمة من أنسجة من الأم ومن الجنين. وبعد الأسبوع الأول من الحمل، يلصق الجنين نفسه بجدار الرحم (العضو الذي ينمو فيه الجنين). وتتكون المشيمة كأعمدة من الخلايا من المشيمة (غطاء يشبه الكيس يحوي الجنين) تخترق وتنفذ خلال البطانة الرحمية. وفي داخل الأعمدة، توجد أوعية دموية تتفرع إلى نتوءات صغيرة تشبه الأصابع تُسمى الزغابات. والزغابات التي تحتوي على دم الجنين محاطة بدم الأم. ولا يختلط دم الجنين بدم الأم. ويمر الدم والأكسجين من دم الأم خلال الجدران الضعيفة للزغابات ويدخل إلى دم الجنين. وهذا الدم الغني بالغذاء والأكسجين يصل إلى الجنين خلال وريد في الحبل السري، وهو أنبوب مرن يربط الطفل بالمشيمة. ويُحمل نتاج النفايات من الجنين خلال الشرايين في الحبل السري ويعبر خلال الزغابات. ويتخلص نظام الدورة الدموية للأم من هذه النفايات. وبعد دقائق من ولادة الطفل تنفصل المشيمة التي تسمى أحيانًا الخَلاص يبلغ معدل طول المشيمة لدى الإنسان ٢٢ سم ويبلغ سمكها ما بين ٢ و ٢.٥ سم ويكون مركز المشيمة الأكثر سماكة في حين تصبح أرفع في المحيط. كما يبلغ معدل وزن المشيمة حوالي ٥٠٠ غرام ويكون لونها محمرا أزرق داكنا أو كستنائيا. وتربط الجنين عن طريق الحبل السري الذي يبلغ طوله حوالي ٥٥-٦٠ سم ويحتوي على شريانين ووريد واحد (شكل ٧٢). للمشيمة أربعة وظائف رئيسية وهي:

- ❖ **تغذية الجنين:** تقوم المشيمة بتغذية الجنين عن طريق المغذيات التي توجد في دم الأم.
- ❖ **التنفس:** إذ ان المشيمة تقوم بوظيفة الرئتين فيحصل الجنين بواسطتها على الأكسجين ويطرح ثاني أكسيد الكربون.
- ❖ **تثبيت الحمل:** تقوم المشيمة بتثبيت الحمل في جدار الرحم وذلك بفرازها هرمون البروجسترون الذي يساعد على استمرار الحمل بداية من الشهر الرابع.
- ❖ **الإخراج:** تقوم المشيمة بإخراج المواد السامة الناتجة عن الأيض عن طريق المشيمة.

❖ **هرمونات المشيمة:**

المشيمة عبارة عن تركيب مؤقت، تتكون فى جدار الرحم للمرأة الحامل وعن طريقها يتم انتشار الغذاء والأكسجين من الأم إلى الجنين أو العكس وعلى الرغم من أن المشيمة ليست غدة صماء إلا أنها تفرز الهرمونات التالية:

- **هرمون الإستروجين:** تفرز المشيمة كميات كبيرة من الإستروجين تعمل على تعزيز إتمام عمل هرمونات الإستروجين المفرزة من المبيض فى الأنثى، كما تعمل أيضا على إيجاد توازن مع هرمون البروجستيرون.
- **هرمون البروجستيرون:** يعمل على تعزيز وإتمام عمل هرمون البروجستيرون المفرز من المبيض وذلك لأحكام استمرار عملية الحمل.
- **الهرمونات الكورنية:** وتعمل على تنشيط الجسم الأصفر للاستمرار فى إفراز هرمون البروجستيرون الذي بدوره يمنع إفراز الهرمون المنشط للحوصلة F.S.H وبالتالي عدم نضوج حويصله جراف جديدة طيلة فترة الحمل.

الغدة الصنوبرية Pineal gland:

الغدة الصنوبرية هي غدة صغيرة في تجويف الدماغ وتفرز هرمون الميلاتونين، وهو هرمون يساعد على ضبط عمل الجسم ويساعد على النوم. الغدة الصنوبرية غدة صغيرة الحجم تأخذ شكل حبة الصنوبر الصغيرة. لون الغدة الصنوبرية رمادي مائل إلى الحمرة وهي بحجم حبة البازلاء. وتقع الغدة الصنوبرية في التجويف العظمي للجمجمة أسفل الدماغ، خلف الغدة النخامية. ارتبط اسم الغدة الصنوبرية في قديم الزمان بمركز الروح البشرية، ولكن في الوقت الحالي ما زالت الغدة الصنوبرية موضع أبحاث. وقد تم إثبات ان إفرازات هذه الغدة هي المسؤولة عن الحالة النفسية المتغيرة عند الإنسان، ومسؤولة عن تنظيم الوقت. وعن الحالة الجنسية فقد لوحظ ان تخريب المنطقة يؤدي إلى البلوغ المبكر. بالإضافة إلي ما تقدم تعمل الغدة الصنوبرية أيضا على منع الأكسدة بواسطة مادة الميلاتونين التي تفرزها مباشرة في الدم وذلك بعد تعرض الجسم للظلام وهو ما يمنع تشكل الأورام السرطانية

هرمونات الغدة الصنوبرية:

تفرز الغدة الصنوبرية هرمون الميلاتونين. ويتنوع إنتاج هذا الهرمون تبعًا لفترات النور والظلام في البيئة. كما يتنوع كذلك موقع الغدة في أجسام الحيونات الفقارية ففي معظم الطيور والأسماك والزواحف تقع الغدة في مؤخرة الرأس تحت الجلد تمامًا، ولذلك فهي تستجيب مباشرة للضوء الذي يخترق الجلد. وفي الثدييات تقع الغدة الصنوبرية بالقرب من مركز الدماغ. ويرتبط نشاط الغدة الصنوبرية ارتباط وثيقا بالضوء ولذلك يقال ان الغدة تحصل علي معلوماتها عن الضوء في البيئة المحيطة عن طريق الممرات العصبية الناشئة بالعين. وعمومًا

فإن الضوء يُبطئ إنتاج الغدة الصنوبرية من الميلاتونين، والظلام يُنشِّطه، ولذا تميل الغدة إلى إفراز كميات صغيرة من الميلاتونين أثناء النهار، وكميات كبيرة أثناء الليل. ولذلك يكون إفراز الغدة للميلاتونين في معظم الحيوانات الفقاريات متزامنًا أو متوافقًا مع البيئة. ولهذا الأمر أهمية كبري في التناسل فمعظم الحيوانات الفقارية تعيش تحت ظروف بيئية متغيرة فيها طول النهار ودرجة حرارة البيئة على مدار العام. وللحفاظ على على جنسها لابد لها أن تتوالد في وقت محدد من العام، وهو في العادة يكون أوقات ن في فصل الربيع أو أوائل فيصل الصيف. ولهذا التوقيت أهمية كبري للنسلُ الناتج فرصته لينمو في ظروف بيئية مناسبة وفي أوقات يتوافر فيها. والغدة الصنوبرية هي التي تقتفي آثار الأطوال المتغايرة للنهار. فعن طريق الميلاتونين الذي تفرزه، تُرسل معلوماتها إلى الجسم فتحدث الاستجابات التكاثرية الملائمة.

الغدة الزعترية:

الغدة الزعترية أو الصعترية أو غدة التوتة (Thymus) هي غدة صماء تقع على القصبة الهوائية أعلى القلب، تكون كبيرة لدى الأطفال وتستمر في الضمور طوال سن المراهقة لأن حجمها يتناقص عندما تبدأ الغدد التناسلية بالنضج والإفراز، تفرز هذه الغدة هرمون الثيموسين (Thymosin) الذي ينظم بناء المناعة في الجسم ويساعد على إنتاج الخلايا اللمفاوية ويشرف على تنظيم المناعة في الجسم. ويتم فيها تمايز خلايا T. كما يُعتقد أن لهذه الغدة وإفرازها دوراً في تعلم اللغة عند الإنسان، وتلك الفرضية يدعمها سرعة تقبّل الطفل لتعلم اللغة وعلى الأخص طريقة اللفظ السليم، بينما يتعذر على البالغ إتقان اللفظ السليم مهما بلغت درجة إتقانه للغات التي يتعلمها لاحقاً من حيث المفردات والقواعد وقوة المعاني والأسلوب.

الببتيدات العصبية:

يوجد في الجهاز العصبي العديد من المركبات الببتيدية العصبية التي تتشابه في طريقة عملها مع الهرمونات. لقد تم حديثا التعرف على أن أكثر من اثنتي عشر ببتيدا عصبيا قادرة على أن تحيا وتؤثر بطريقة مزدوجة. ومن أمثلة ذلك يمكننا الإشارة إلى كل هرموني الفازوبروسين والأكسيتونين اللتان يتواجد في كثير من مناطق المخ وقد أمكن الاستدلال على وظائفها العصبية وتحسين القدرة الإدراكية والعقلية. فوظيفة هذين الهرمونين في الجهاز العصبي مختلفة تماما عن وظائفهافي العضلات وهو الانقباض. ولا تقتصر هذا الدور المخالف علي الأنواع السابقة من الهرمونات فقط بل أيضا يمتد ليشمل هرمون الجاسترين الذي يلعب دورا في الانقباضات المعدية وهرمون الكولي سيستوكينين الذي يعمل على انقباض الحويصلة الصفراوية. فبالإضافة إلي وظائفهما السابقة أمكن تحديد وظائفهما في المخ والتي تختلف عن وظائفهما في القناة الهضمية. من الأمثلة التي يمكن ذكرها أيضا الأندورفينات والأنكيفالينات التي ترتبط بمستقبلات المخدرات. إن الطبيعة الكيميائية لهذه المواد متشابهة مع الطبيعة الكيميائية لهرمونات الفص الأمامي للغدة النخامية ولكنها في المخ

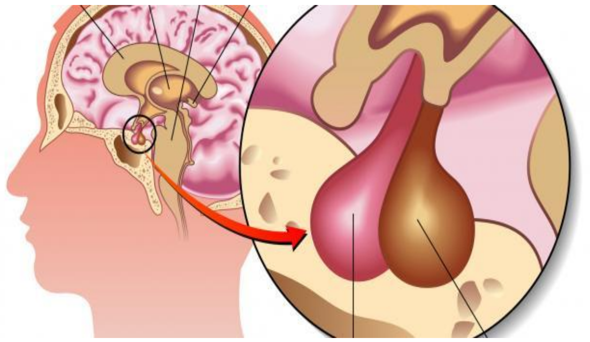
مختلفة من حيث الوظيفة عن وظائفها كهرمونات. مما تقدم يبدو من هذه المعلومة البسيطة أننا أمام اكتشافات بيولوجية مثيرة عن طبيعة الببتدات العصبية واختلافها في الوظيفية في الجهاز العصبي عن الوظيفة التي تؤديها في مناطق أخري من الجسم.

هرمونات الأيض:

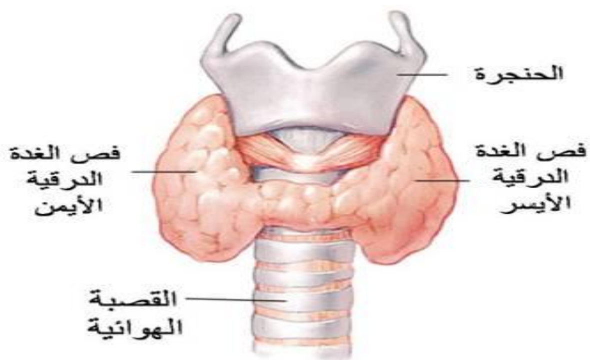
يطلق على الهرمونات التي تتحكم وتسيطر على المعدلات الأيضية في الجسم بالهرمونات الأيضية. فالهرمونات مسؤولة علي ضبط العمليات الأيضية، أي ضبط عمليات البناء والهدم للمواد الغذائية والتحكم فيها بالمعدل الذي يحتاجه الجسم وذلك عن طريق التأثير على معدلات تكوين الأنزيمات ونشاطها. إن التأثير الهرموني على العمليات الأيضية ليس مصروفا أو موجها إلي اتجاه معين أو تفاعل أيضي معين دون غيره فقد تتطلب العمليات أسراع المعدلات الأيضية وقد تتطلب العمليات تثبيط العمليات الأيضية. ومن الهرمونات المتحكمة والمسيطرة على التفاعلات الأيضية هرمونات الغدة الدرقية هرمونات الغدد جارات الدرقية والكظرية والبنكرياسية.

وخلاصة القول لقد خلق الله تعالى نظامًا وشبكة بريدية في غاية الروعة؛ حيث تقوم جزيئات الهرمونات بوظيفة ساعي البريد، فكما يقوم ساعي البريد بالتجول في جميع أنحاء المدينة ناقلًا الرسائل إلى الأماكن المطلوبة، كذلك تقوم الهرمونات بنقل الأوامر الصادرة من الدماغ إلى الخلايا ذات العلاقة، وهكذا تتم في الجسم جميع الفعاليات الضرورية لحياة الإنسان، ولكن يجب ألا ننسى هنا أن الهرمونات لا تملك وعيًا كما يملكه الإنسان، ولا تملك وعياً ولا شعورًا ولا إدراكًا لمايملكة الانسان، ولكي تقوم بتعين الاتجاهات ومعرفة ما تحمله ولمن تحمله، فهي لم تتلق أي تدريب في هذا المجال ولم تملك هذه القابلية بعد سنوات من المران ومن التجارب .فالهرمونات التي نطلق عليها اسم" ساعي البريد "عبارة عن جزيئات معقدة جدًّا وإن قيام جزيء الهرمون بمعرفة ما تحمله من رسائل وإلى أي خلية تحملها، ومواصلة سيرها في الظلام الدامس للجسم الذي يكبرها بمليارات المرات دون أن تضل طريقها، ثم قيامها بتنفيذ هذه الوظيفة على أحسن وجه ودون أي قصور، هذا كله عمل خارق ومعجزة مدهشة. ويكفي هذا المثال فقط لمعرفة مدى كمال وروعة الأنظمة التي أودعها الله في أجسام خلقة فتبارك الله احسن الخالقين[٩-٧].

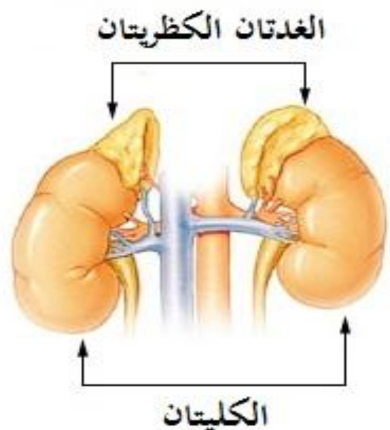
قائمة الأشكال



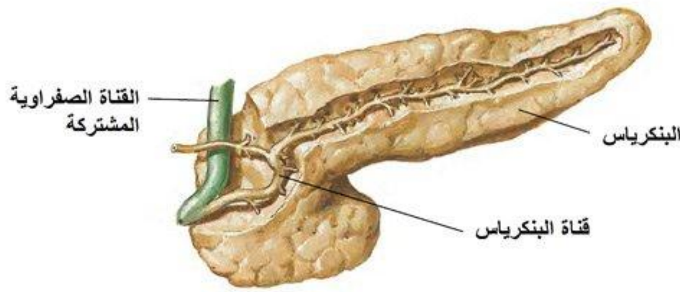
شكل (٦٢): الغدة النخامية



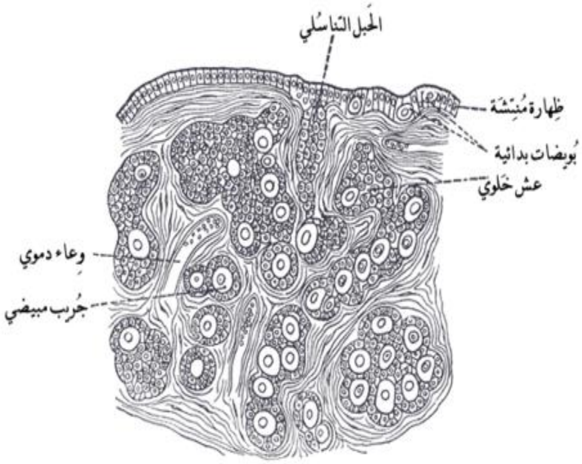
شكل (٦٣): الغدة الدرقية



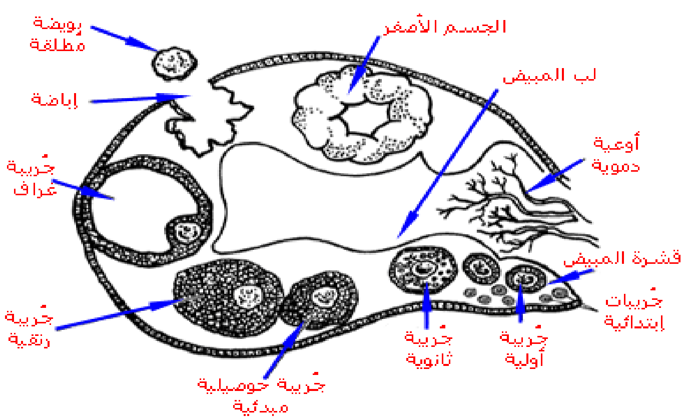
شكل (٦٤): الغدة الكظرية



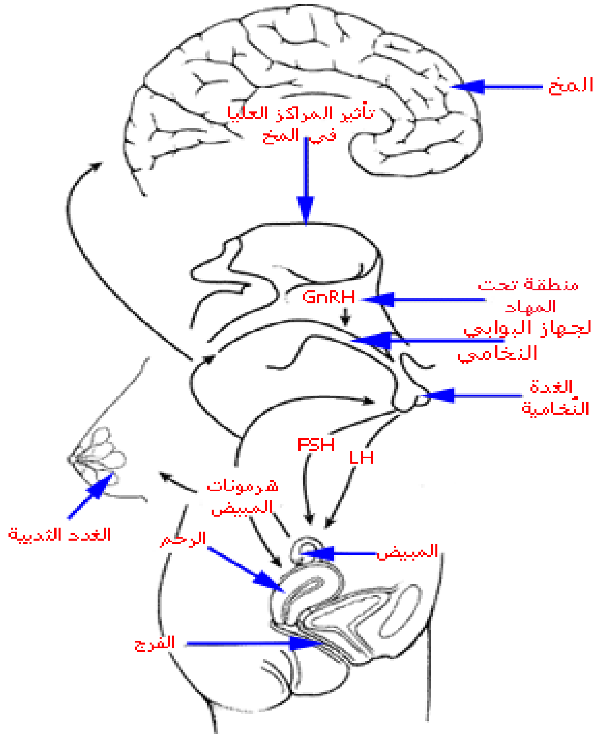
شكل (٦٥): الغدة البنكرياسية



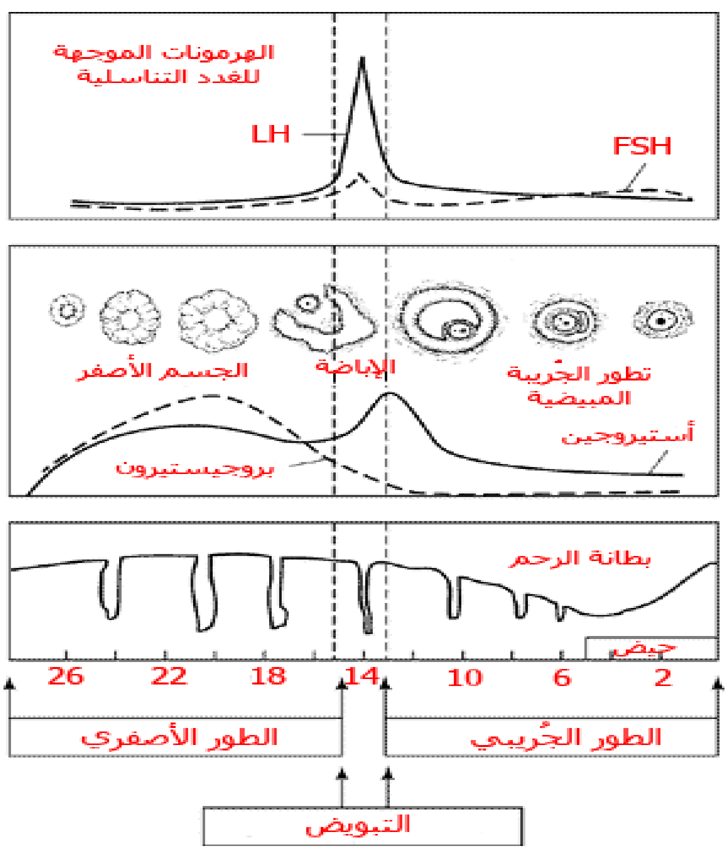
شكل (٦٦): مقطع عرضي لمبيض فتاة حديثة الولادة موضحا
تركيب المبيض



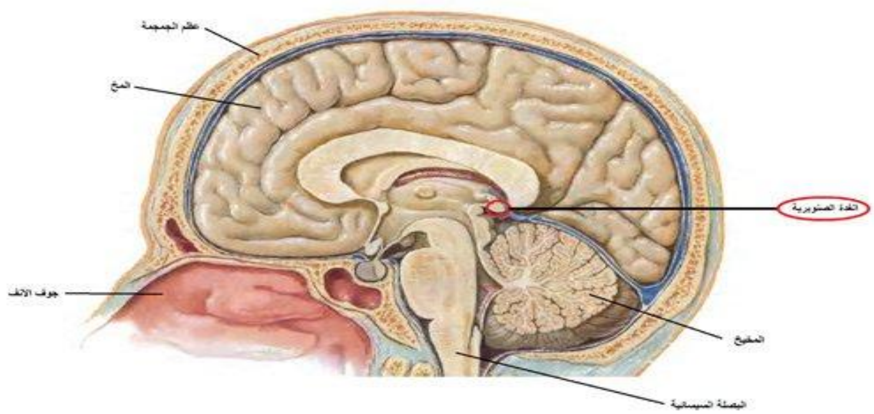
شكل (٦٧): رسم توضيحي يُبين تطور ونضوج الجُريبات في المبيض
والإباضة و تكوين الجسم الأصفر أثناء الدورة الشهرية.



شكل (٦٨):رسم توضيحي يُبين التحكم الهرموني في الدورة الشهرية,
الأسهم الصاعدة تُمثل آلية التنظيم الارتجاعي سواء كان إيجابي أم سلبي



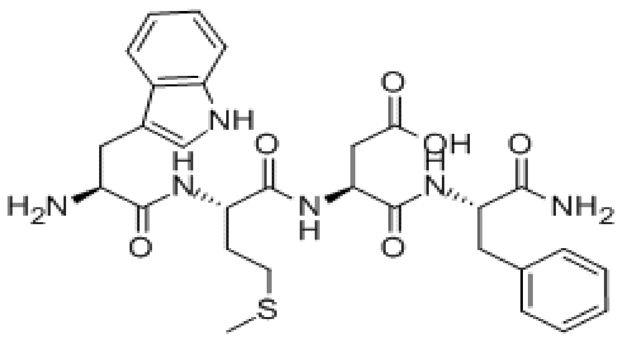
شكل (٦٩):رسم توضيحي يُبين التغيرات التي تطرأ أثناء الدورة الشهرية



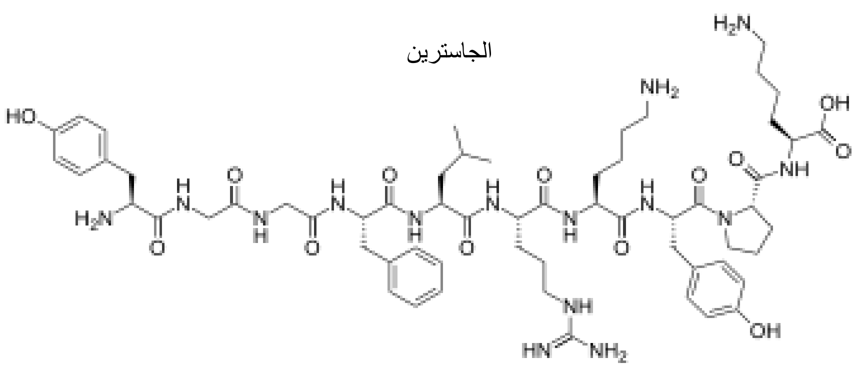
شكل(٧٠): الغدة الصنوبرية



شكل (٧١): الغدة الصعترية



الجاسترين



الاندورفينات

شكل (٧٢): التركيب الكيميائي لبعض الهرمونات الببتيدية للمخ

قائمة المراجع

١-Hormones |Hormones Definition, Characteristics of Hormones ...biology.tutorvista.com /biomolecules/hormones.html

٢-Basics of Hormone Classification - Interactive Biology, with Leslie ...www.interactive-biology.com/٣٩٣١/basics-of-hormone-classification

٣-Introduction To Hormones - Victor Temple www.victorjtemple.com/Introduction %٢٠to%٢٠Hormones%٢٠PPP

٤-The Endocrinology of Invertebrates - Springer link.springer.com/article /١٠,١٠٢٣٪٢FA%٣A١٠٠٨٩١٢١٢٧٥٩٢

٥-Endocrine system (invertebrate) -AccessScience from McGraw-Hill . www.accessscience.com /.../endocrine-system-invertebrate/٢٣١٨٠٠

٦-Endocrine system - Wikipedia, the free encyclopedia https://en.wikipedia.org/wiki /Endocrine_system

٧-Endocrine system - Wikipedia, the free encyclopedia https://en.wikipedia.org /wiki/Endocrine_system

٨-"Endocrine System in Vertebrates". In: Encyclopedia of Life Science onlinelibrary. wiley.com/doi/١٠,١٠٣٨/npg.els.٠٠٠١٨٤٥/pdf

٩-Hormones: Endocrine system and Homeostasis in Vertebrates www.biochemden.com /hormones-homeostasis

الباب الرابع

المستقبلات الحسية – الناقلات العصبية–اختلالات الجهاز العصبي

- الفصل الأول: المستقبلات الحسية
- الفصل الثاني: الناقلات العصبية
- الفصل الثالث: اختلالات الجهاز العصبي

الفصل الأول

المستقبلات الحسية Sense organs

مقدمة: الإحساس هو قدرة الإنسان على الشعور بالمنبهات (المثيرات) الخارجية والداخلية والاستجابة لها وفقا لهذه المنبهات وذلك بواسطة أعضاء خاصة هي أعضاء الحس التي تستقبل هذه المنبهات أو المثيرات. والمستقبلات الحسية عبارة عن نهايات حسية متخصصة للاستجابة لمنبه أو مؤثر من نوع واحد فقط، وذلك عن طريق التأثير بنوع معين من الطاقة، ثم تحويل هذه الطاقة إلى إشارة عصبية تنتقل إلى الجهاز العصبي المركزي والذي بدوره يستجيب لهذه الأثارة.

أنواع المستقبلات الحسية: تقسم المستقبلات طبقا للموقع ونوع الؤثر إلي:

تقسم طبقا لموقعها في الجسم:

- **مستقبلات خارجية:** موجودة على سطح الجسم وتتأثر بالمؤثرات الخارجية، كالضوء والصوت والحراة والبرودة، وعادة تسمى أعضاء الحس وتشمل العين، الأذن، اللسان، الأنف والجلد.
- **مستقبلات داخلية:** وهي مستقبلات موجودة داخل الجسم وتتأثر بالمؤثرات الداخلية كالمستقبلات التي توجد فى الأحشاء والعضلات والأوتار والمفاصل والأربطة وتعرف بالمستقبلات الذاتية.

طبقا لنوع المؤثر:

مستقبلات الحرارة: وتتأثر بالتغير فى درجة الحرارة كالمستقبلات التي توجد علي سطح الجلد.

مستقبلات كيميائية: وتتأثر بالمواد الكيميائية كمستقبلات التذوق على اللسان ومستقبلات الشم الموجودة فى الغشاء المبطن للأنف.

مستقبلات الضوء : ويتأثر هذا النوع بالضوء ولذا توجد فى شبكية العين والمستقبلات نوعين العصى والتي تتأثر بالضوء الخافت والمخاريط والتي تتأثر بضوء النهار وكذلك تميز الألوان.

مستقبلات ميكانيكية: والتي تتأثر ميكانيكيا كمستقبلات اللمس والضغط الموجودة بالجلد وكذلك مستقبلات السمع ومستقبلات الاتزان الموجودة فى الأذن

جهاز الاستقبال الضوئي (العينان):

تمثل العينان جهاز الاستقبال الضوئي في الفقاريات وبعض الحيونات اللافقارية. في الفقاريات العليا مثل الثدييات توجد العين داخل تجويف في الجمجمة يسمى التجويف الحجاجي ويتحكم في حركة العين ست عضلات إرادية ويحيط بالعين الجفون والرموش والحواجب لحمايتها. وتقسم العين إلى ثلاث طبقات:

الصلبة: توجد في مقدمة العين القرنية الشفافة (cornea) والتي تمتد للخلف لتكون الطبقة الصلبة (sclera) والتي تحيط بالعين وتحميها وتكون ما نسميه بياض العين. والصلبة أنسجة ضامة وظيفتها حماية العين. ويوجد بالصلبة غشاء شفاف هو القرنية وتتصل به طبقة شفافة أخرى هي الملتحمة وظيفتها منع احتكاك العين بالقرنية. يوجد داخل الطبقة الصلبة ما عدا منطقة القرنية طبقتان أخريان هما المشيمة (choroid) والشبكية (retina).

المشيمة: تحتوي المشيمة على صبغة الميلانين وظيفتها إعطاء اللون الأسود لجعل باطن العين مظلم. ويوجد في مقدمة المشيمة قرص مستدير هو القزحية وظيفتها إعطاء اللون للعين ويوجد في مركز القزحية فتحة تضيق وتتسع حسب شدة الضوء تسمى البؤبؤ وظيفتها التحكم بكمية الضوء الداخلة إلى العين. ويوجد خلف القزحية عدسة بلورية وظيفتها إعطاء أفضل صورة وتكون العدسة مثبتة بواسطة أربطة تسمى الأربطة المعلقة وظيفتها التحكم في شكل العدسة ودرجة تحدبها. وتسمى المنطقة الواقعة بين القزحية والقرنية بالغرفة الأمامية التي تحتوي على الماء أما تجويف العين الواقع خلف العدسة فيملأه سائل يسمى السائل الزجاجي.

الشبكية: هي طبقة حساسة جدا وظيفتها استقبال الضوء وتكوين السيالات العصبية التي ينقلها العصب البصري إلى الدماغ. ويوجد بالشبكية نوعان من الخلايا هي:

- **خلايا مخروطية:** تسمى المخاريط وظيفتها الأبصار في الضوء القوي والإحساس بالألوان.
- **خلايا عصوية:** تسمى القضبان وظيفتها الإبصار في الضوء الضعيف ولا تحس بالألوان. وتحتوي كل من الخليتان على صبغ بنفسجي هو الردبسين وظيفته تكوين السيالات العصبية. ويوجد في نهاية الشبكية خلايا عقدية وظيفتها تكوين العصب البصري. وعند نقطة خروج العصب البصري من الشبكية لا توجد مخاريط ولا قضبان لذلك تسمى هذه المنطقة بالبقعة العمياء حيث لا ترى الصورة إذا وقعت عليها وفي منطقة أخرى تكثر فيها المخاريط وتسمى البقعة الصفراء فإذا وقعت الصورة عليها فإن العين تراها أوضح ما يمكن (شكل٧٣).

كيفية الرؤية:

تبدأ أحداث الرؤية بسقوط الأشعة الضوئية الصادرة من الجسم إلى العين حيث تتكون الصورة مصغرة ومقلوبة على الشبكية. وعند سقوط الأشعة الضوئية على خلايا الشبكية فإن صبغ الردبسين يمتص الضوء ويحدث فيه تفاعل كيميائي يؤدي إلى تحلله إلى الرتنين وبروتين الأبسين وينتج من هذا التفاعل سيال عصبي ينتقل عبر العصب البصري إلى الدماغ الذي يقوم بترجمتها. أما الرتنين فيتحد مع الأبسين ليكون الردبسين أو قد يختزل إلى فيتامين A الذي يتحد مع الأبسين ليكون الردبسين أيضا. ومن الملاحظ ان الأنسان الذي ينتقل من منطقة شديدة الإضاءة إلى منطقة ضعيفة الإضاءة لا يكاد يبصر بسبب زيادة تحلل صبغ الردبسين في

الضوء الشديد. وأن الأنسان الذي ينتقل من منطقة ضعيفة الإضاءة إلى منطقة شديدة الإضاءة يكاد لا يبصر بسبب توقف صبغ الردبسين. ولعل السؤال الذي يطرح نفسه هو عن كيفية انتقال السيالات العصبية التي تكونت في منطقة الخلايا الحسية للشبكية إلى العصب البصري ومن ثم إلى الدماغ. لقد لاحظ العلماء ان هذه السيالات العصبية تنشأ من حوالي ١٣٠ مليون خلية مخروطية وعصوية ومن ثم إلى خلايا عصبية ذات قطبين ومن ثم إلى العصب البصري الذي ينقلها إلى مركز الأبصار في مؤخرة المخ (شكل ٧٤).

اختلالات الأبصار:

يمكن للعينين أن تعانيا من مشاكل كثيرة، ينشأ عنها عدم وضوح الرؤية وتشوه الإبصار. وقد تنشأ معظم مشاكل البصر إما من خلل يصيب أجزاء العين، أو من التغيرات التي تحدث للعين مع تقدم العمر، أو كليهما، وقد تكون المشاكل وراثية. ومن المشاكل الشائعة للأبصار قصر البصر، وطول البصر والإستجمية، والحول والغمش (كسل العين) وعمى الألوان. وقد تظهر هذه المشاكل منفردة أو مجتمعة، في إحدى العينين أو كلتيهما، كما قد تحدث في كل عين بدرجات مختلفة عن الأخرى وبعض المشاكل البصرية يمكن تفاديها والبعض الأخر يمكن تصحيحها وتحسين الحالة المرضية اما باستخدام أدوات بسيطة مثل النظارات الطبية أو عن طريق العمليات الجراحة. ومن الاختلالات البصرية الشائعة ما يأتي.

قصر البصر:

عندما تكون المسافة بين مقدمة ومؤخرة المقلة طويلة بشكل غير طبيعي، أو عندما تكون القرنية (الغشاء الشفاف الذي يغطي المقلة) منحنية أكثر من اللازم، ينتج قصر البصر، ومن أعلراضها ان تظهر الأجسام البعيدة غير واضحة، لأن الضوء الداخل للعين من بعيد لا ينكسر أو ينحرف إلى البقعة المناسبة داخل العين وبدلاً من الوصول إلى الشبكية يسقط الضوء أمام الشبكية، يسقط الضوء أمامها. أما الأجسام القريبة مثل حروف الكتابة أو غير ذلك، فتبدو واضحة ولا توجد مشكلة ما في التعرف عليها بدقة. عادة ما يحدث قصر البصر قبل سن العشرين، وينزع إلى التكرار في العائلات، وهو ما يوحي بأن له مكوناً وراثياً، ويظن أن تمضية وقت كبير في القراءة والأنشطة الأخرى التي تتطلب رؤية قريبة مستمرة تزيد من احتمالات الإصابة بقصر النظر (شكل ٧٥).

طول البصر:

هذه الحالة عكس قصر البصر، وتحدث عندما تكون المسافة بين مقدمة ومؤخرة العين أقصر من اللازم، أو عندما لا تكون القرنية منحنية كفاية، والنتيجة أن أشعة الضوء الصادرة من الأجسام القريبة تتركز خلف الشبكية، وهو ما يصعب تركيز الرؤية. وتشمل أعراض طول البصر المشقة في إبقاء تركيز واضح على الكلمات المطبوعة والأجسام القريبة الأخرى، وقد لا يحدث هذا بصورة دائمة، إذ أن عضلات العين كثيراً ما

يمكنها التغلب علي ذلك بالتركيز بالانقباض وزيادة انحاء القريبة، ولكن هذا الجهد العضلي الإضافي يساهم في أعراض أخرى كإجهاد العين والصداع والإرهاق عند القيام بعمل دقيق ولمدة طويلة(شكل ٧٦).

حرج البصر (الإستجمية):

في العين السوية، تكون القرنية كرة منتظمة، اما عند الإصابة بحرج البصر تصبح القرنية غير منتظمة وتصاب بنتوءات وتموجات في تقوس القرنية. وتعتبر الإصابة بحرج البصر من الإصابات الشائعة لدرجة أن أكثر الناس يصاب به بدرجات متفاوتة فقد تبدو الإصابة طفيفة في بعض الأفراد وقوية في البعض الأخر. فإذا كان حرج الإبصار طفيفاً، فإن الأعراض تشمل عدم وضوح الرؤية فقط عند مسافات معينة وكذلك الصداع وإجهاد وحرقة العين، أما أعراض الإصابة بحرج البصر الشديد، فتبدو الرؤية ضبابية بشكل ثبات كما تبدو رؤية الخطوط غير واضحة.

الحول:

في الحول تنحرف إحدى العينين أو كلتاهما إلى الداخل تجاه الأنف، أو إلى الخارج، أو إلى أسفل، والسبب الأساسي للحول التحكم غير الملائم في عضلات العين، وتنشأ المشكلة في الطفولة، وأكثر ما تكون قبل سن الثانية. وإذا ترك بغير علاج، يمكن أن يؤدي الحول إلى الغمش.

الغمش (كسل العين):

يحدث الغمش او الكسل إذا لم يتطور الأبصار بشكل سوي أثناء السنوات القليلة الأولى من العمر، وعلى وجه اقة تنشأ الإصابة بالغمش عندما لا تتطور الارتباطات العصبية بين المخ وإحدى العينين بشكل ملائم، وتكون النتيجة أن المخ يتجاهل الصورة القادمة من العين الضعيفة، ويعتمد فقط على الصورة القادمة من العين القوية، ولا تنتج الحالة من مرض في العين ولا يمكن تصحيحها بالنظارات أو العدسات اللاصقة. وأكثر الأسباب شيوعاً لكسل العين الإصابة بالحول.

اختلال رؤية الألوان:

يمكن لهذه الحالة أن تتخذ أشكالاً عدة، و لكنها أساساً العجز أو عدم القدرة عن التمييز بين بعض الألوان أو عن رؤية الألوان بنفس الطريقة التي يراها أشخاص ذوو بصر سوي، ومع أن بعض الناس مصابون بعمى الألوان الكامل يمكنهم أن يروا فقط بالأسود وظلال من اللون الرمادي إلا أن الإصابة بهذه الحالة شديد الندرة، ومعظم الناس المصابين باختلال في رؤية الألوان لديهم مشاكل مع ألوان بعينها، وأكثرها شيوعاً على الإطلاق هو العجز عن التمييز بين اللون الأحمر واللون والأخضر، وآخرون ممن لديهم خلل فيالتمييز بين اللون الأزرق واللون الأخضر. تحدث الإصابة بهذه الحالة عن خلل يصيب الخلايا المخروطية للعين، وهي الخلاي المسئولة عن نقل إشارات الألوان إلى المخ، ويصيب خلل عدم القدرة على التميز بين اللون الأحمر

واللون الأخضر الذكور أكثر كثيراً مما يصيب الإناث، إذ تسببه جين متنحٍ على الكروموسوم إكس، ويرث الذكور نسخة واحدة فقط من كروموسوم إكس، بينما ترث الإناث نسختين منه، لذا فإن الإناث يحتجن إلى نسختين من المورثة، أما الذكور فواحدة فقط تكفي حتى يظهر عمى الألوان للونين الأحمر والأخضر. أما اختلالات رؤية الألوان الأخرى فلا ترتبط بكروموزوم إكس، ولذلك فإنها يمكن أن تصيب الذكور والإناث بقدر متساوٍ. وفي أحوال نادرة قد تسبب بعض أنواع إصابة العين خللاً في رؤية الألوان.

جهاز الاستقبال الصوتي (الأذن):

الأذن هي عضو استشعار الصوت في الكائنات وتعرف بحاسة السمع. والسمع عملية معقدة تعتمد علي الصوت، فكل شيء يتحرك يحدث صوتاً، ويتكون الصوت من اهتزازات لجزيئات الهواء التي تنتقل في موجات، ثم تدخل هذه الموجات الصوتية إلى الأذن، حيث تتحول من حركة تموجيه إلى إشارات عصبية ترسل إلى الجزء المسؤول عن السمع في الدماغ، الذي يقوم بدوره بترجمة هذه الإشارات العصبية إلى ما نسمعه من أصوات.

للأذن وظيفة أخرى بالإضافة للسمع وهي حفظ التوازن، فهي تحتوي في الأذن الداخلية على أعضاء خاصة تستجيب لحركات الرأس فتعطي الدماغ معلومات عن أي تغيير في وضع الرأس. فيقوم الدماغ ببعث رسائل إلى مختلف العضلات التي تحفظ الرأس والجسم متوازنين، كما في حال الوقوف، أو الجلوس، أو السير، أو أي حركات أخرى. ولكثير من الحيوانات آذان مشابهة لآذان الإنسان، ويملك بعضها حاسة سمع قوية جدًا. والسمع مهم أيضًا لأمان وبقاء العديد من الحيوانات. فالأصوات تحذرها من اقتراب الأعداء أو أي خطر آخر. كما يقوم بعضها بالغناء أو الهسهسة أو الدندنة أو إصدار أصوات أخرى للتفاهم فيما بينها. ويعتمد الخفاش على السمع في حركته، إذ يطلق نبضات فوق صوتية (ذات تردد عالي لا يسمعه الإنسان) تنعكس من أي شيء يقع في طريقه أثناء الطيران فيسمعها ويتحاشى الاصطدام بالموانع. كما تستعمل بعض الخفافيش الصوت في النطاق الفوق صوتي في تحديد مكان الحشرات الطائرة. تعتبر الأذن هي جهاز الاستقبال الصوتي، اما ناحية التركيب فتتركب الأذن من ثلاثة أجزاء هما:

الأذن الخارجية وتتركب من:

صوان الأذن: وظيفته تجميع الموجات الصوتية من المنطقة المحيطة ونقله إلى القناة السمعية ووظيفة الأذن الخارجية نقل الموجات الصوتية نحو الطبلة. وتحتوي على خلايا صملاخية وظيفتها إفراز مادة شمعية كريهة الرائحة تحمي الإذن من الغبار والحشرات.

طبلة الأذن: هي غشاء رقيق وظيفتها نقل الموجات الصوتية إلى الأذن الوسطى.

الأذن الوسطى. وتتركب من:

المطرقة: وظيفتها نقل الموجات الصوتية إلى السندان.

السندان: وظيفته نقل الموجات الصوتية إلى الركاب.

الركاب: وظيفته نقل الموجات الصوتية إلى الإذن الداخلية بواسطة كوة تصل بين الأذن الوسطى والأذن الداخلية تسمى الكوة البيضاوية.

قناة أستاكيوس: وهي قناة تصل الأذن الوسطى بالبلعوم وظيفتها معادلة الضغط الداخلي والخارجي.

الأذن الداخلية:

توجد داخل حجرة تسمى التيه العظمي ويوجد في فجوته سائل يسمى السائل اللمفاوي الخارجي الذي يكون التيه الغشائي وهو بدوره يمتد داخل التيه العظمي ويكون مملوء بسائل يسمى السائل اللمفاوي الداخلي وتحتوي الأذن الداخلية على قنوات وغرف وتجاويف وتعتبر هي الأذن الأصلية لأنها تحتوي على المستقبلات الحسية التي تحول الموجات الصوتية إلى سيالات عصبية تنقل بواسطة العصب السمعي إلى الدماغ . تنقسم الأذن الداخلية إلى الدهليز : يكون التيه الغشائي في هذه المنطقة جسمين هما الكييس والقربة.

القوقعة:

تقع القوقعة في تجويف عظمي على جانبي الجمجمة. سميت بالقوقعة بسبب شكلها الخارجي المشابه للقوقعة. ويأتي التفافها على شكل حلزوني مدبب من الأعلى وعريض من الأسفل. وتلتف بشكل دائري حول نفسها مرتين ونصف المرة. وقشرة القوقعة متكونة من مادة عظمية رفيعة. وكما قد ذكر فإن القوقعة هي تجويف عظمي، وهذا التجويف مقسم من الداخل إلى ثلاثة أدوار. الدور العلوي ويسمى علميا بالقناة الدهليزية (vestibular canal). والدور السفلي وتسمى علمياً القناة الطبلية (tympanic canal) والدور الأوسط ويسمى علمياً القناة القوقعية أو الوسطى. (cochlear duct) يفصل بين الدور العلوي والأوسط غشاء يسمى بالغشاء الدهليزي .(vestibular membrane) بينما يفصل الغشاء المسمى بغشاء القاعدة (basal membrane) بين الدور الأوسط والدور السفلي. وهذه الأدوار ممتلئة بسائل من نوع خاص وبه تركيز مختلف من الأملاح والأيونات. ففي الدور العلوي والسفلي سائل يعرف بالبرليمف (perilymph) وترجمته الحرفية هي سائل حول الليمف أو السائل حول اللمفاوي وقد يكون أصل هذه الكلمة مأخوذ من مشابهة هذا السائل لسوائل الجهاز اللمفاوي في الجسم. اما الدور الأوسط فيحتوي على سائل آخر يعرف بالاندوليمف (endolymph) الداخلي أو سائل التيه، وهو سائل مشابهفي تركيبة لسائل اللبريليمف وعند اكتشافه فرق بينهما بكلمة "حول" وكلمة "داخل" فالبريلمف موجود في الدور العلوي والسفلي (أي حول أو محيط بالدور الأوسط) وسائل الاندوليمف في داخل الدور الأوسط. وتوجد الفتحة البيضاوية في بداية الدور العلوي وبينما الفتحة الدائرية تقع في نهاية الدور السفلي. وتسمح الفتحة الدائرية بخروج الموجات الصوتية التي دخلت

إلى القوقعة عبر الفتحة البيضاوية لكيلا تتراكم الموجات بداخلها. أي أن الموجات الصوتية تدخل من الفتحة البيضاوية ومن ثم تخرج عبر الفتحة الدائرية بعد قيامها بتحريك غشاء القاعدة وإثارة الخلايا الشعرية (شكل٧٧).

تتكون من ثلاث قنوات مملوءة بسائل لمفي وهي:

القناة الدهليزية: وهي قناة عليا:

القناة الطبلية: وهي قناة سفلى.

القناة القوقعية: وهي موجودة بين القناتين السابقتين. وتنتهي القناة القوقعية بكوة تسمى الكوة المستديرة. وتحتوي على عضو كورتي الذي يعتبر عضو السمع الحقيقي حيث أنه يتألف من خلايا حسية سمعية تسمى الخلايا الشعرية.

القنوات الهلالية: وظيفتها المحافظة على توازن الجسم مع القربة والكييس حيث أنها تحتوي على خلايا شعرية تتصل بخلايا عصبية لتكون أجهزة تسمى الكرستا وتتأثر الخلايا الشعرية بحركة السائل اللمفي الموجود في القنوات الهلالية فإذا تحرك الجسم في أي اتجاه فإن السائل يتحرك وتؤثر حركته على الخلايا الشعرية الحسية مما يؤدي إلى تكون سيالات عصبية تنتقل خلال العصب السمعي إلى المخيخ الذي يصدر الأوامر إلى عضلات الجسم للعمل على تعديل الخلل. أما القربة والكييس فيحتويان على أعضاء تدعى الماكيولات حيث أنها تتركب من خلايا شعرية حسية مغطاة بمادة جيلاتينية تحتوي على بلورات تسمى حصى الأذن ووظيفتها إحداث صدمات بالخلايا الشعرية وذلك لنقل الإحساسات إلى المخ.

مركز السمع:

ينتقل الصوت الصادر على هيئة موجات صوتية خلال الهواء إلى الأذن حيث يقوم صيوان الأذن بتجميع هذه الموجات وتركيزها وتوصيلها خلال القناة السمعية إلي غشاء الطبلة والذي يتأثر بالموجات الصوتية فيهتز وتنتقل هذه الاهتزازات بواسطة عظيمات الأذن الوسطي (المطرقة والسندان والركاب) إلي الكوة البيضاوية فيهتز الغشاء الممتد فوقها ويهتز اللمف الخارجي وتنتقل الاهتزازات عبر الدهليز ثم إلي القوقعة حيث يهتز اللمف الداخلي الذي يملأ القناة القوقعية وتسبب اهتزازات اللمف الداخلي حركة الغشاء القاعدي التي تسبب بدورها حركة الخلايا الحسية وتأثرها بهذه الاهتزازات وتتولد نتيجة لذلك سيالات عصبية تنتقل عبر العصب السمعي إلي مركز السمع الذي يقع في قشرة المخ والتي تدرك الصوت وتميزه (شكل٧٨).

الأنف:

الأنف هي العضو المسؤول عن حاسة الشم عن طريق استخدام الجزء العلوي من التجويف الأنفي والذي يحتوي على الكثير من المراكز الحسية المكونة لبداية العصب الشمي، حيث تتعرف هذه المراكز الحسية على بعض المواد الطيارة التي تصله وترسل هذه المعلومات إلى المخ الذي يحللها. يحدث الشم بواسطة نهايات

عصبية تسمى خلايا شم مستقبلة تذوب المواد في المخاط الأنفي لتصل إلى الخلايا المستقبلة ومنها إلى الأعصاب، حتى تصل إلى المخ الذي يقوم بترجمتها إلى روائح نميز بها المواد عن بعضها بعضا وهذه الحاسة عند الإنسان أضعف من غيره من المخلوقات مثل الكلاب. يوجد على جوانب التجويف الأنفي أربعة أزواج من التجاويف محفورة داخل عظام الجمجمة تسمى الجيوب الأنفية (Sinuses) وهي مبطنة بغشاء مخاطي مهدب (ciliated mucous membrane). وتتصل الجيوب الأنفية بالتجويف الأنفي من خلال فتحات ضيقة يتم من خلالها إدخال الهواء إليها وإخراج الإفرازات المائية من بطانتها إلى الأنف حيث تعمل هذه الإفرازات على ترطيب الأنف. وأكبر هذه الجيوب هو الجيب الفكي (maxillary sinus) والذي يقع على الجانبين السفليين للتجويف الأنفي ويبلغ متوسط حجمه ١٥سم مكعب، ومن ثم الجيب الجبهي (frontal sinuses) والذي يقع فوقه عند الجبهة ويبلغ متوسط حجمه ١٢سم مكعب، ومن ثم الجيب الوتدي (sphenoidal sinuses) الذي يقع خلف التجويف الأنفي ويبلغ متوسط حجمه ٨ سم مكعب، ومن ثم الجيب الغربالي (ethmoidal sinuses cells) الذي يقع على الجانبين العلويين، وهو مكون من عدد من التجاويف الصغيرة كما هو مبين في الصورة المرفقة. ولم يجزم العلماء بعد بالوظيفة الرئيسية التي صممت من أجلها هذه الجيوب فهم على خلاف فيما إذا كان الهدف منها التخفيف من ثقل عظام الجمجمة أم أنها تعمل كفجوات رنين (resonant cavities) لتحسين نوعية الصوت الذي يصدر من خلال الفم والأنف عند الكلام. ويوجد في سقف التجويف الأنفي رقعتان من طبقة مخاطية يحتوي كل منها على ما يقرب من خمسة ملايين مستقبل شمي (olfactory receptors) تستخدم في حاسة الشم (olfactory or smelling sense) إن الوظيفة الرئيسية للتجويف الأنفي هو الحيلولة دون دخول الهواء من الجو مباشرة إلى الرئة حيث أن درجة حرارة الهواء في الجو تختلف كثيرا عن درجة الحرارة في داخل الرئة التي هي نفس درجة حرارة الجسم وقد يدمر الهواء البارد أو الساخن الخلايا الرقيقة والحساسة المبطنة للحويصلات الهوائية في الرئة. إن أول ما يدخل من الهواء إلى الرئة عند الشهيق هو الهواء الموجود في التجويف الأنفي والذي تساوي درجة حرارته درجة حرارة الجسم تقريبا حيث يتم تسخينه أو تبريده في الفترة ما بين الشهيق والزفير وذلك من خلال الغشاء المبطن لهذا التجويف والمليء بالشعيرات الدموية. وتلعب الحيود أو القواطع الأنفية دورا مهما في تمكين الأنف من القيام بوظائفه فهي أولا تزيد من المساحة الداخلية للتجويف الأنفي بحيث يتم تسخين أو تبريد الهواء الموجود فيه وكذلك ترطيبه في وقت قصير وهو الوقت فيما بين الشهيق والزفير. وهي تعمل ثانيا على الحد من دخول الهواء مباشرة من الجو إلى الرئة وبذلك تمكن الجهاز التنفسي من سحب الهواء المكيف الموجود في التجويف الأنفي ويحل محله الهواء القادم من الجو مباشرة. أما الوظيفة الثالثة لهذه القواطع فهي بعثرة الهواء المستنشق لكي تمكنه من الوصول إلى مستقبلات الشم الموجودة في سقف التجويف. وكذلك تعمل هذه البعثرة للهواء المستنشق على تمرير جميع أجزائه على

السطح المخاطي مرات عديدة لكي يتم تنقيته بشكل كامل من ذرات الغبار ولولا هذه الآلية لتعرضت الرئتين للتلف السريع بسبب تراكم الأوساخ فيها. أما الوظيفة الرابعة للقواطع فتتعلق بتحسين خصائص الصوت الذي يخرج من الفم وكذلك الأنف عند التكلم وذلك بالتعاون مع الجيوب الأنفية. إن البشر بما يملكون من عقول لا يمكنهم أن يفطنوا لكل هذه الوظائف التي يقوم بها التجويف الأنفي، ولولا أنهم درسوا تركيب هذا التجويف دراسات مستفيضة لما تنبهوا لها أبدا. فكيف يمكن لإنسان عاقل مهما بلغ مستوى تعليمه أن يصدق أن تصميم هذا التجويف الأنفي قد تم تصميمه وتصنيعه بالصدفة!

أما المحطة الثانية فهي البلعوم (pharynx) أو الحلق (throat) وكذلك الزور وهو أنبوب عضلي طوله حوالي ١٣سم وتتصل به سبع فتحات وهي فتحة الفم الخلفية وفتحتا الأنف الخلفيتان وفتحتا قناتي أستاكيوس وفتحة الحنجرة. وينقسم البلعوم إلى ثلاثة أجزاء وهي الجزء البلعومي الأنفي (nasopharynx) وهو مبطن بغشاء مهدب كاذب (pseudosratified ciliated membrane) حيث تساعد هذه الأهداب في تحريك المخاط باتجاه الفم. وفي الجدار الجانبي لهذا الجزء تفتح قناتا أستاكيوس حيث يمر خلال هاتين القناتين كمية قليلة من الهواء إلى الأذن الوسطى للمحافظة على توازن ضغط الهواء على جانبي طبلة الأذن (شكل٧٩).

التذوق:

حاسة التذوق هي أحد حواس الإنسان والتي تكون مسؤولة عن تمييز خصائص الأطعمة والتي يكون مسؤول عنها جهاز التذوق. حاسة التذوق وحاسة الشم يؤثران على بعضهما ويساعدان على التمييز بين الأطعمة المختلفة وكذلك الشراب. وتنتشر على اللسان حلمات تذوق بأنواع وأحجام عديدة تحتوي على خلايا حسية تميز بين الذوائق الأربع الرئيسية: الحلو والحامض والمالح والمر، والخلايا حساسة لواحد أو اثنين من تلك الذوائق وتنتقل النبضات العصبية إلى القشرة المخية حيث يتم إدراك الطعم (شكل٨٠).

مناطق التذوق:

- طرف اللسان يميز طعم السكر والملح
- جانبي اللسان يميز الطعم القابض(الحامض) مثل الخل
- نهاية اللسان يدرك الطعم المر

حاسة اللمس:

حاسة اللمس هي الحاسة التي يتم من خلالها الإحساس **بلمس** الأشياء يعطي معلومات حول الجو المحيط بالجسم وذلك من خلال ملامسة أي شيء والإحساس به وتعتبر حاسة اللمس عامة لأن أعضاء اللمس توجد في جميع أجزاء الجسم وذلك من خلال حساسية الجلد لمختلف أنواع المثيرات عن طريق أعضاء الاستقبال

الجلدية ويمكن تمييز سبعة أنواع مختلفة منها على الأقل ويعتقد أن كل نوع منها حساس لأحد أنواع الإثارة فقط وهي:

اللمس: هناك نوعان من أعضاء الاستقبال معنيان باللمس وهما بصيلة مايسنر اللماسة وقرص مركلو كلاهما يوجد قريبا من الجلد تحت طبقة الإنبات الموجودة في بشرة الجلد مباشرة.

البرودة: ويتم الإحساس بالبرودة من خلال أعضاء استقبال البرودة التي تسمى انتفاخ كراوس الطرفي وهي أعضاء كروية أو قريبة من الشكل الكروي ويوجد الكثير منها على الشفتين واللسان.

الحرارة: ويتم الإحساس بالحرارة من خلال الأعضاء المسؤولة عن استقبال الاستثارة الحرارية ويعتقد أنها تكوينات ستروكترز وهي تقع هذه التكوينات عميقة في الجلد.

الضغط: المسؤول عن الإحساس بالضغط هو بصيلة باكسينيPacinian corpuscle وتوجد مستقبلات للضغط أصغر بكثير وتسمى بصيلات جولجي مازوني وهي موجودة أقرب إلى سطح الجلد.

الألم: ينتج الإحساس بالألم عن طريق إثارة الألياف العصبية العارية المنتشرة في الأنسجة وينبع الإحساس بالألم الجلدي نتيجة لبعض أنواع الإصابة السطحية. إن تأثير أعضاء الاستقبال الجلدية في الجلد يبعث حوافز عصبية تنتقل إلى مساحات خاصة في قشرة المخ بواسطة أعصاب حسية حيث تترجم كظاهرة لمس بسيط تنتشر أعضاء الاستقبال الجلدية بشكل مجاميع في الجلد تعرف بالبقع اللمسية ولا تظهر الاستجابة للمنبهات الحسية، فحاسة اللَّمْس هي الحاسة التي نتعرف بها على الأشياء عند ملامستها، ونتعرف على شكل وصلابة الأشياء بواسطة هذه الحاسة. ونشعر بالدفء والبرودة والألم والضغط من خلال لمسنا للأشياء. ويوجد داخل أنسجة الجسم ألياف عصبية عائمة تجعلنا نشعر بالألم. ويسمى اللَّمْس والدفء والبرودة والألم الحواسَّ الجلدية وكان يُعْتَقد أن اللَّمْس يُشكل إحدى الحواس الخمس الخارجية. أما الآن فإنها تُعتبر حاسة عامة لأن أعضاء اللَّمْس توجد في جميع أجزاء الجسم.وتعتبر الأصابع أكثر المناطق الجلدية حساسية للمس لكثرة عدد أعضاء الاستقبال الجلدية فيها.

أنواع أعضاء اللَّمْس:

هناك أنواع عديدة لأعضاء اللَّمْس ويطلق علي هذه الأنواع خلايا اللمس، خلايا اللمس توجد في الجلد وفي الغشاء المخاطي كما يوجد أحد أنواع هذه الخلايا بالقرب من مناطق الشّعر بينما يوجد نوعٌ آخر بالقرب من المناطق التي لا يوجد بها شَعر، كما يوجد نوع ثالث في أعماق أنسجة الجسم الرقيقة. ويَحْدُث التهيج عندما تُلامس الأشياء أعضاء الإحساس وتتسبب في إزاحتها عن مكانها، أو عندما تلامس الأشياء شَعرًا قريبًا من عضو الإحساس فعندئذ تحمل الأعصاب النبض إلى الدماغ التي سرعان ما تستجيب لنوع المؤثر. وتختلف حساسية اللَّمس من مكان إلى آخر في جسم الإنسان. ويحدث هذا الاختلاف لأن أعضاء اللَّمْس ليست مُنتشرة

في الجسم بشكل متساوٍ وإنما توجد بشكل عنقودي. ويزداد الإحساس باللمس حينما يَكثر عدد الأعصاب. ويمثل طرف اللسان قمة الإحساس باللَّمْس، بينما يمثل ظهر الكتف أضعف أجزاء الجسم استجابة للّمْس. وتُعتبر أطراف الأصابع وطرف الأنف من الأجزاء البالغة الحساسية (شكل ٨١) .

يستطيع العلماء بسهولة قياس قوة اللَّمْس باستخدام مقياس الإحساس. وهو جهاز يشبه في شكله مقياس فرجار الرسم إلا أنه يختلف عنه بكون كل طرف فيه ينتهي بإبرة مُدببة. وحيث إن اللّسان هو أكثر أعضاء الجسم حساسية فإنه يستطيع، عندما يُضم طرفا المقياس المدببان إلى بعضهما بمقدار ١,١ملم، أن يشعر ويُمَيّز أن هناك طرفين مدبَّين يلامسانه. ولا تستطيع أعضاء الجسم الأخرى التمييز بين الطرفين وهما على بعد المسافة المذكورة، وإنما تشعر بأنهما طرف مدبب واحد. أما ظهر الكتف، فلا يستطيع أن يُميز أو يَشْعُر بالطرفين المدببين كل على حدة وهما على البعد المذكور، وإنما يشعر بأنهما طرف واحد. ولا يتمكن من التمييز بينهما إلا إذا أصبح أحدهما على بعد ٦٥ملم من الآخر. والأعصاب التي تشعر بالدفء والبرودة والألم ليست موزعة في الجسم بشكلٍ متساوٍ. ويمكن معرفة ذلك بتمرير آلة معدنية مدببة على الجلد. وهذه الآلة تكون درجة حرارتها اقل من درجة جرارة الجلد، ولكن الجلد يَشْعر ببرودتها في بعض المناطق دون الأخرى، بينما تشعر الأجزاء الأخرى بضغطها على الجلد فقط دون الشعور ببرودتها. وتجعل بعض الأشياء الجلد يميز بين الحرارة والألم واللَّمْس في آن واحد. ومثال على ذلك المكواة الحارة، فإنها عندما تلامس الجلد تجعل الإنسان يشعر بهذه الأحاسيس الثلاثة في آن واحد. ويَعرف العلماء أن هناك ملايين عديدة من مناطق جسم الإنسان يُمكنها أن تشعر بالبرودة والحرارة والألم واللّمس. لذلك فمن الممكن رسم خريطة لهذه المناطق توضح مناطق الإحساس المختلفة في الجلد.

كيفية انتقال المؤثر العصبي:

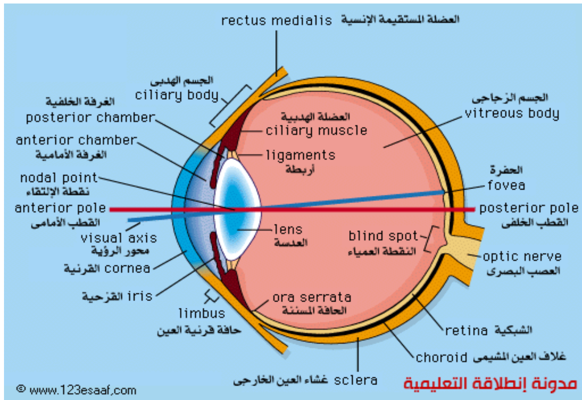
كما أشرنا من قبل إن وحدة بناء الجهاز العصبي هي الخلية العصبية، ولكي نفهم كيفية انتقال المؤثر سواء كان مؤثر خارجي أو داخلي عبر الخلايا العصبية ومن ثم الاستجابة له بالطريقة الملائمة نتطرق في هذا الجزء من الكتاب بحالة الخلية العصبية من حيث الجهد وتوزيع الشحنات سواء في وقت الراحة أو في حالة وجود مؤثر، والتغيرات التي تطرأ على هذا الغشاء العصبي بعد التأثير علية بمؤثر.

تحاط الخلية العصبية بغشاء بلازمي يفصل سيتوبلازم الخلية، والذي يحوي أيونات عديدة عن السائل الموجود خارج الخلايا، والذي يحوي أيضا على العديد من الأيونات. أي أن تركيز الأيونات داخل الخلية العصبية يختلف كثيرا عن تركيز الأيونات خارج الخلية. فلو أخذنا أيون الصوديوم مثلا نجد ان تركيزه داخل الخلية العصبية يختلف كثيرا عن تركيزه في السائل الموجود خارج الخلية ولذلك فأن تركيز أيونات البوتاسيوم داخل الخلية ثلاثون مرة تركيزها في السائل المحيط بالخلية. ونتيجة التوزيع غير المتكافئ للأيونات داخل

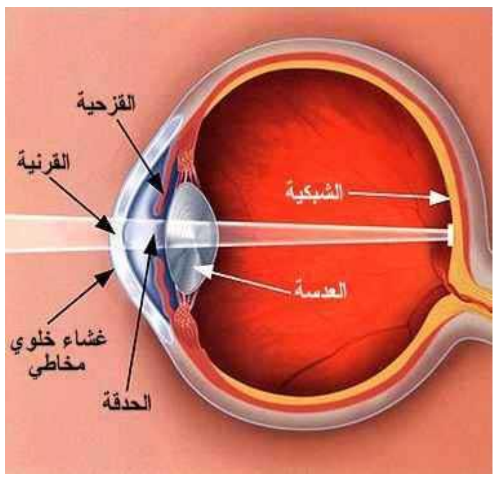
الخلية العصبية وخارجها نشأ فرق الجهد عبر الغشاء جعل داخل الخلية يحمل شحنة سالبة وخارج الخلية العصبية يحمل شحنة موجبة ولذلك فأن داخل الخلية يعتبر سالبا بالنسبة لخارجها وقد قدر فرق الجهد بحوالي بمقدار –٧٠ مللي فولت وأطلق على هذا الفرق في الجهد اسم الجهد في حالة الراحة، أي الجهد عندما لا تمر سيالة عصبية خلال الخلية أو الليفة العصبية، أو بمعنى أخر في حالة عدم وجود مثير أو أي حافز يعمل على إثارة الخلية. حيث أنه في هذه الحالة تنتشر الأيونات الموجبة على الجانب الخارجي للغشاء الخلوي للخلية العصبية وتنتشر الأيونات السالبة على الجانب الداخلي. ومن أهم العوامل المسببة لهذا الاستقطاب هو النقل النشط لأيونات الصوديوم من داخل الخلية العصبية إلى خارجها، ولكن الخلية العصبية تحافظ على هذا التوزيع غير المتعادل للأيونات على جانبي الغشاء بواسطة عملية نقل إيجابي للأيونات وفي هذه العملية تنتقل أيونات الصوديوم عبر الغشاء إلى خارج الخلية على الرغم من أن تركيزها في الخارج أعلى، كما تنتقل أيونات البوتاسيوم من المحيط الخارجي إلى داخل الخلية على الرغم من أن تركيزها في الخارج أقل ولكي تتم عملية النقل الإيجابي، تصرف الخلية العصبية بعض الطاقة لأنه نقل نشط وتحصل الخلية على هذه الطاقة من عملية التنفس الخلوي. عندما تنبه الخلية العصبية بمؤثر ما ينشأ ما يسمى السيالة العصبية، فإذا كان المؤثر قويا بدرجة معينة واستمر تأثيره لمدة كافية فإنه يحدث تغييرا في نفاذية غشاء الخلية للأيونات فتتحرك أيونات الصوديوم الموجبة إلى داخل الخلية العصبية وذلك حتى يتعادل تركيزها داخل وخارج الخلية العصبية. وغالبا ما تدخل كميات من أيونات الصوديوم تزيد من الكمية الكافية لتعادل الشحنات السالبة في الداخل، وبذلك تصبح الشحنات الموجبة في الداخل أكثر من كمية الشحنات السالبة مما يؤدي إلي فرق الجهد بداخل الخلية العصبية بالنسبة لخارجها موجبا بما يعادل حوالي ٣٠ مللي فولت وتعرف هذه الحالة بانعكاس اللااستقطاب الذي يكون موجودة على الغشاء وقت الراحة، أي أن داخل الغشاء يكون سالبا بالنسبة لخارجه، أما حالة اللااستقطاب تكون عندما تتعادل الشحنات السالبة في داخل الخلية بالشحنات الموجبة التي دخلت. وقد أظهرت الدراسات ان تعرض الغشاء الخلوي للخلية العصبية لحالة انعكاس يزيد من نفاذية الغشاء لأيونات البوتاسيوم فتخرج إلى خارج الخلية العصبية حتى تعيد فرق الجهد على الغشاء إلى حالة الراحة، والمدة التي تلزم لدخول أيونات الصوديوم وخروج أيونات البوتاسيوم تسمى فترة السيال العصبي تتراوح بين ٠.٠٠٢ إلى٠.٠٠٥ من الثانية. ويعقبها فترة راحة للخلية العصبية تتراوح بين ٠.٠٠١ إلى ٠.٠٠٣ من الثانية. بعد انتهاء السيال العصبي، لا تستطيع الخلية العصبية أن تنقل سيالاً عصبيا آخر، وتدعى هذه الفترة بفترة الجموح أو فترة الامتناع وفي هذه الفترة تبذل الخلية الطاقة للقيام بعملية النقل النشط لنقل أيونات الصوديوم إلى خارج الخلية، ويستعيد الغشاء الخلوي خواصه الفسيولوجية في حالة الراحة ويعود كما كان، ومن ثم يصبح جاهزاً لنقل إشارة أخرى. تعود الخلية العصبية إلى حالتها من الاستقطاب أي حالة الراحة بعد أن يزول المنبه مباشرة. بمجرد أن

يزول تأثير المنبه يفقد الغشاء البلازمي نفاذيته لأيونات الصوديوم وتزيد نفاذيته لأيونات البوتاسيوم، وتنشط بعد ذلك مضخة البوتاسيوم والصوديوم، ويؤدي نشاطها إلى إعادة حالة توزيع الأيونات غير المتكافئ على جانبي الغشاء إلى ما كانت في حالة الراحة. ولذلك يصبح داخل الخلية سالب الشحنة بالنسبة للسطح الخارجي الذي يعود ويحمل شحنة موجبة، وبذلك تعود الخلية العصبية إلى حالة الراحة، وهكذا تهيأ لتصبح لنقل سيالة عصبية أخرى[١-٧].

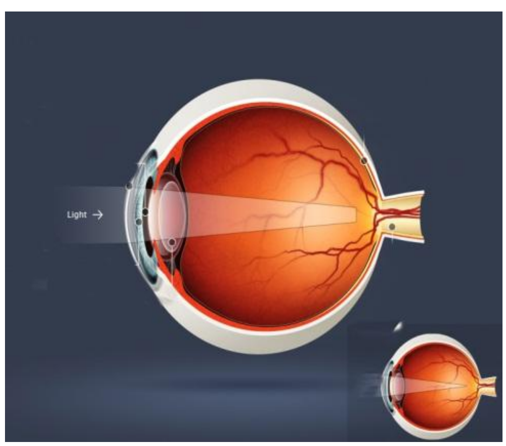
قائمة الأشكال



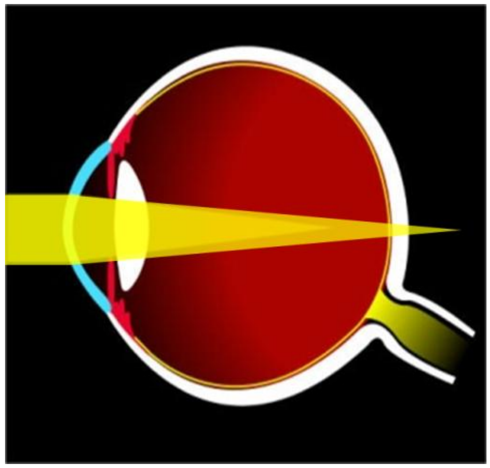
شكل (٧٣): تركيب العين



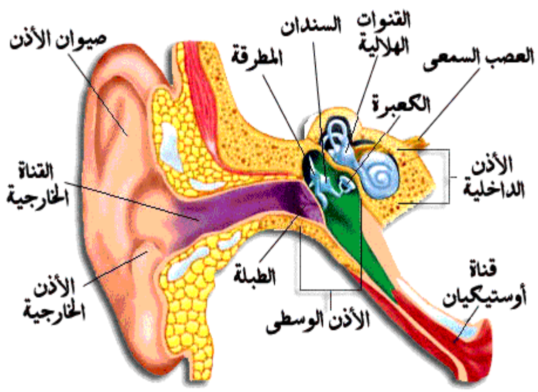
شكل (٧٤): كيفية الرؤية



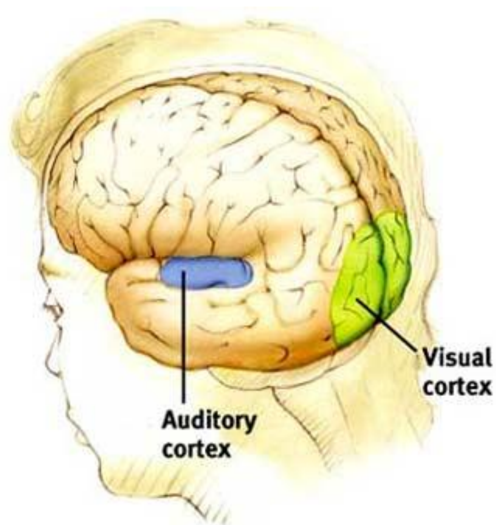
شكل (٧٥): قصر البصر



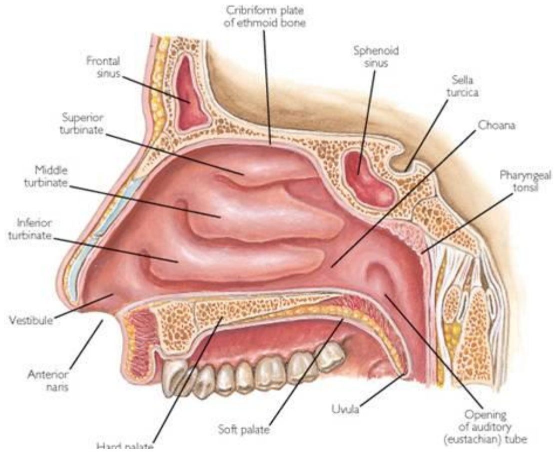
شكل (٧٦): طول البصر



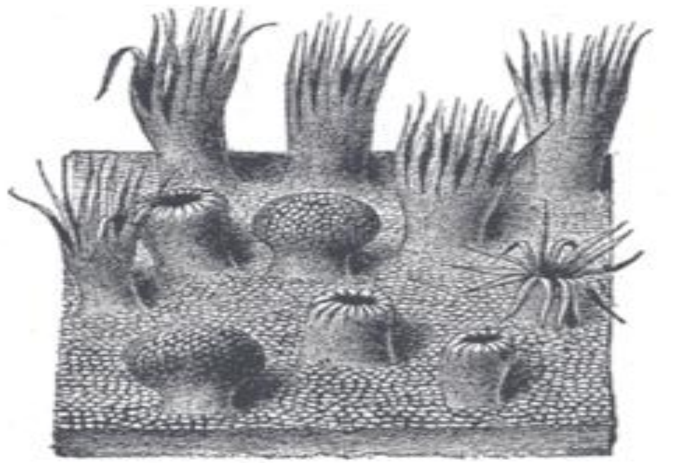
شكل (٧٧): تركيب الأذن



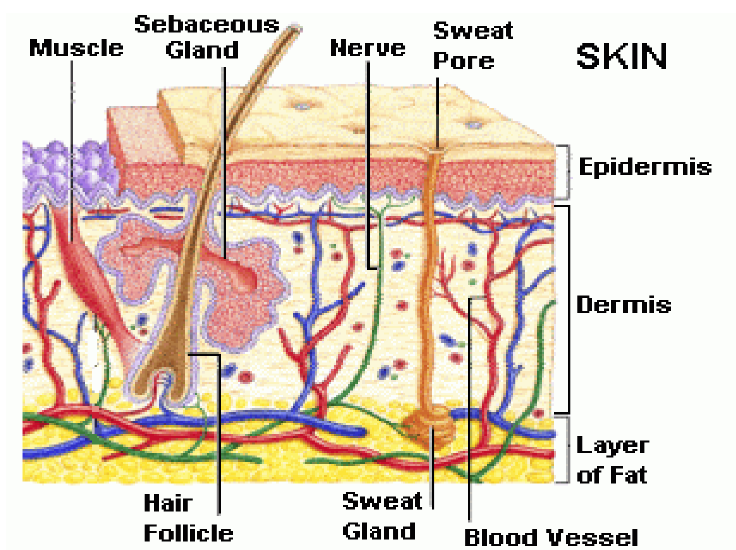
شكل (٧٨): مركز السمع



شكل (٧٩): تركيب الأنف



شكل (٨٠): براعم التذوق



شكل (٨١): تركيب الجلد

الفصل الثاني

الناقلات العصبية Neurotransmitters

مقدمة: يتكون الجهاز العصبي من تريليونات من الخلاياالمميزة في شكلها ووظيفتها يطلق عليها اسم الخلايا العصبية وهي خلايا ذات شكل فريد، لأنه لا يوجد ما يشبهها في الشكل بين خلايا الجسم، فالخلية العصبية تتميز بوجود رأس لها، وهو ما يعرف باسم جسم الخلية، ويخرج من جسم الخلية هذا استطالة رفيعة طويلة، تمتد لمسافات تطول أو تقصر وتعرف باسم محور الخلية، والذي ينتهي بالعديد من التفرعات الطرفية. هذا ويشكل كل من جسم الخلية ومحورها ما يعرف باسم الخلية العصبية. والغريب والعجيب في الأمر عدم وجود اتصال مباشر بين الخلايا العصبية، أنه لا يوجد خلية عصبية واحد أو خلية عصبية واحدة تتصل تشريحيا، أو تلامس خلية عصبية أخرى، بل تكون هناك مسافة فراغية بسيطة بين كل خلية عصبية وأخرى إذن فكيف يعمل هذا الجهاز العصبي، وكيف يوصل رسائله الكيماوية من خلية عصبية إلى آخر؟ والجواب عن طريق الرسائل الكيميائية: إذ تقوم كل خلية عصبية بإطلاق مادة كيميائية تعرف باسم الناقل العصبي، وذلك من نهاية محور الخلية العصبية الأولى، إلى جسم الخلية العصبية الثانية، وهكذا. وقد وجد أن هناك أنواعا شتى لهذه النواقل أو الرسائل العصبية والتي تختلف اختلافا في تركيبها ووظيفتها وأماكن إفرازها، وطريقة عملها، فبعض مناطق الجهاز العصبي قد تعتمد في وظيفتها علي نوع واحد من النواقل العصبية والبعض الأخر قد تعتمد في وظيفته علي أنواع عدة.

يعود تاريخ اكتشاف الرسل العصبية القرن العشرين، فتحى أوائل هذا القرن، لم يكن للعلماء معرفة بهذا النوع من المركبات وكانت الفرضية أن غالبية الاتصالات المتشابكة في الدماغ كانت كهربائية. واستمرت هذه الفرضية سائدة حتى استطاع العالم رامون كاجال (١٨٥٢-١٩٣٤) (Cajal Santiago Ramón) من خلال الفحوصات النسيجية للخلايا العصبية التعرف على فجوات بين الخلايا العصبية مقدارها حوالى ٢٠-٤٠ نانومتر، والمعروفة اليوم باسم المتشابك العصبي (synaptic cleft). بعد هذا الاكتشاف أكد العالم الصيدلي أوتو لوئ أوتو ١٨٧٣ - ١٩٦١ (Otto Loewi) على أن الخلايا العصبية يمكنها الاتصال عن طريق هذه المتشابكات بواسطة إطلاق بعض المواد الكيميائية وذلك من خلال سلسلة من التجارب التي أجريت على الأعصاب في الضفادع وأثرها على معدل ضربات القلب وذلك عن طريق التحكم في محتويات المحلول الملحي الموجود حول العصب. عند الانتهاء من هذه التجربة أكد العالم لوي أنه يمكن تنظيم وظيفة القلب من خلال التغير في تراكيز المواد الكيميائية. كما تمكن نفس العالم من اكتشاف مادة الأستيل كولين (ACh) وهو الناقل العصبي الأول. لقد سلطت هذه التجارب وهذا الاكتشاف الضوء على استكشاف العديد من المركبات الكيميائية ذات الوظائف المتعددة والتي اندرجت جميعها تحت اسم الناقلات العصبية أو الرسل العصبية وبذلك يمكننا

القول بأن النواقل العصبية (neurotransmitters) هي عبارة عن مواد كيميائية موجودة في منطقة ارتباط الخلايا العصبية ببعضها البعض، أي في المشتبك العصبي، ولهذه المواد دور تنظيمي في نقل الإشارات الكهربية القادمة للخلية العصبية من مؤثر ما سواء كان داخلي أم خارجي ونقلها إلى الخلية العصبية اللاحقة وهذا تتم عمليات النقل أو التأثير العصبي بالتتابع. تتكون هذه المواد الكيميائية في منطقة تدعى ما قبل منطقة التشابك بين خليتين عصبيتين وتقوم بأرسال الإيعازات إلى منطقة ما بعد التشابك بين الخليتين. لقد أمكن مؤخراً التعريف إلي العديد من المواد الكيميائية التي تعمل كرسل عصبية هذا ويبلغ عدد ما تم تحديده حتي الأن من هذه المواد قد يصل إلي الألف مركب والتي توجد دائما في منطقة التشابك بين الخلايا العصبية، وعندما يصل إيعاز معين من الدماغ إلى نهاية الخلية العصبية يتحفز الآلاف من نواقل الإرسال العصبية لتقوم بنقل الإيعاز إلى منطقة ما بعد التشابك مع الخلية العصبية المجاورة حيث تقوم بالاتحاد مع مستقبلات موجودة في الخلية العصبية المجاورة. وعلى الرغم من كثرة المواد وتنوعها يمكن تصنيفها إلى مجموعتين رئيسيتين: ناقلات أرسال عصبية محفزة: وتقوم بتحفيز أعضاء معينة في الجسم للقيام بنشاط معين منها على سبيل المثال حامض الجلوتاميك (Glutamic acid) والأستيل كولين (Acetylcholine)و ناقلات أرسال عصبية مانعة أو مثبطة وتقوم بمنع أعضاء معينة في الجسم من القيام بنشاط معين ومنها على سبيل المثال لا الحصر حامض جابا أمينوبيوتيريك (Gamma-aminobutyric acid) والجلايسين (Glycine) ومن الجدير بالذكر الإشارة إلي أن عمليات التثبيط أو التنشيط التي تحدث بفعل هذه المركبات الكيميائية بأنزيمات معينة أو يتم إرجاع الناقلات العصبية إلى مكانها الأصلي أي إلي منطقة ما قبل التشابك مع الخلية العصبية المجاورة كي لا تكون هناك استمرارية في الإيعاز فعلى سبيل المثال إذا تم تحفيز عضلة ما على التقلص لإنجاز مهمة ما، أن لم يتم التخلص من ناقلات الأرسال المحفزة لهذا التقلص فسوف يستمر عملية التقلص إلى مالا نهاية (شكل ٨٢ و٨٣) وهكذا ايضا في عمليات التثبيط أي لا نشاط يستمر ولا تثبيط يستمر ولكن يستمر الفعل ما استمر الحدث ويتلاشي بتلاشية أو زوالة.

الرسل العصبية الشائعة:

يمكن تقسيم الناقلات أو الرسل العصبية بشكل عام إلى أربعة مجموعات طبقا للتركيب الكيميائي.

- ❖ أحماض أمينية (Amino acids) تعمل كرسل عصبية.
- ❖ أمينات حيوية المنشأ (Biogenic amines) تعمل كرسل عصبية.
- ❖ أحاديات الأمين (Monoamine) تعمل كرسل عصبية.
- ❖ عديدات الببتيد (Polypeptide) تعمل كرسل عصبية.

أولا: الأحماض الأمينية التي تعمل كرسل عصبية:

يوجد في الجسم تقريبا حوالي ٢٨ حمضا أمينيا من الأحماض الأمينية المعروفة والشائعة التي ترتبط ببعضها بطرق مختلفة لتشكيل مئات من الأنواع المختلفة من البروتينات التي توجد في جميع الكائنات الحية. وفي جسم الإنسان ينتج الكبد حوالي ٨٠٪ من الأحماض الأمينية التي يحتاجها الجسم والـ٢٠٪ الباقية يجب أن يحصل عليها الجسم من الغذاء. هذه تسمى الأحماض الأمينية الأساسية. والأحماض الأمينية الأساسية التي يجب أن يحصل عليها الجسم من الغذاء هي: الهيستيدين، والأيزوليوسين، والليوسين، واللايسين، والميثيونين، والفينيل ألانين، والثريونين، والتريبتوفان، والفالين. وأما الأحماض الأمينية غير الأساسية التي يمكن تخليقها في الجسم من أحماض أمينية أخرى يتم الحصول عليها من مصادر غذائية فتشتمل على الألانين، والأرجينين، والأسباراجين، الأسبارتيك، والسيترولين، والسيستيين، والسيستين، وحمض الجاما أمينوبيوتيويك (الجابا)، وحمض الجلوتاميك، والجلوتامين، والجلايسين، والأورنيثين، والبرولين، والسيرين، والتاورين، والتيروسين. كل حمض أميني له وظيفة متخصصة داخل الجسم ولها أعراضها الناجمة عن نقص كل منها. يوجد في الجهاز العصبي وبلازما الدم والخلايا مجموعة من الأحماض الأمينية بصورة حرة أي غير مرتبطة في تركيب بروتيني ولذلك يطلق على هذه المجموعة من المركبات الأحماض الأمينية الحرة. والتي يمكن تقسيمها إلى مجموعتين رئيسيتين طبقا لنوع التأثير الحادث. فالأحماض الأمينية هي الوحدات الكيميائية أو الوحدات البنائية أو(اللبنات) التي تبني البروتينات وتحتوي الأحماض الأمينية على حوالي ١٦ بالمائة من النيتروجين. ومن الناحية الكيميائية، فمن الخصائص المميزة للأحماض الأمنية أو ما يميزها عن المواد الغذائية الرئيسية الأخرى وهو احتوائها علي عنصر النتروجين بالإضافة لوجود العناصر المشتركة الأخري وهما عنصري الهيدروجين والأكسجين. ولكي تدرك مدى حيوية هذه الأحماض الأمينية، فإنك يجب أن تدرك مدى ضرورة البروتينات للحياة فإن البروتين هو الذي يعطي البنية التركيبية لكل الكائنات الحية. فكل كائن حي من أضخم حيوان إلى أدق ميكروب يتكون أساساً من البروتين والبروتين بمختلف صوره وأشكاله يساعد في العمليات الكيميائية الحيوية التي تحفظ الحياة وتعمل على استمراريتها فالبروتينات التي تشكل بنيان الجسم لا تأتي من الطعام فقط ولكن البروتين الغذائي يتم هضمه وتحلله في القناة الهضمية حتى يتحول إلى مكوناته من الأحماض الأمينية الذي يمتصها ويمثلها لكي يبني بها البروتينات المحددة التي يحتاجها كما توجد مجموعة أخري من الأحماض الأمينية يمكن للجسم تخليقها داخليا بعمليات حيوية معقدة أما باستخدام أحماض أمينية أخري أو باستخدام مركبات أخري غير بروتينية مثل المواد الكربوهيدراتية.

بالإضافة إلى اتحاد الأحماض الأمينية في تشكيل بروتينات الجسم، فإن بعض الأحماض الأمينية تقوم بدور أخر ذو أهمية كبيرة للجسم حيث تعمل كناقلات عصبية أو كمواد تتكون منها تلك الناقلات العصبية.

وهكذا تكون بعض الأحماض الأمينية المعينة ضرورية للجهاز العصبي حيث يتلقى منها المخ والحبل الشوكي الإشارات العصبية من الأعصاب الطرفية والشوكية. وبعكس مواد أخرى كثيرة، فإن الأحماض الأمينية التي تعمل كناقلات عصبية الناقلات العصبية تكون قادرة على عبور الحاجز بين الدم والمخ. وهذا الحاجز هو نوع من الدرع الوقائي الذي خلق لحماية المخ من السموم والمواد الغريبة التي قد تسري في مجرى الدم. والخلايا البطانية التي تشكل جدر الشعيرات الدموية في المخ تكون متلاصقة فيها بينها بشكل يفوق ما يوجد في الشعيرات الدموية في أي مكان آخر بالجسم مما يمنع أية مواد خاصه تلك القابلة للذوبان في الماء من التسرب عبر جدر الشعيرات الدموية إلى أنسجة المخ. ونظرا لأن بعض الأحماض الأمينية يمكنها أن تعبر من خلال هذا الحاجز المانع لغيرها من المواد، فإن المخ يمكنه أن يستخدمها للاتصال بالخلايا العصبية التي توجد في أي مكان آخر بالجسم سواء كان داخل أو خارجة. طبقا لتأثيراتها العصبية يمكن تقسيم الأحماض الأمينية الي نوعين رئيسين هما:

أحماض أمينية منشطة: Excitatory amino acids وتطلق على الأحماض الأمينية التي لها فعل منشط على الخلايا أو الأجهزة ومن أشهرها حمض الجلوتاميك، والجلوتامين والأسبارتيك والأسباراجين.

أحماض أمينية مثبطة: Inhibitory amino acids وتطلق على مجموعة الأحماض الأمينية الحرة ذات التأثير المثبط ومن أشهرها الحمض الأميني جابا GABA (جاما امينو بيوتريك اسد (Gamma amino butyric acid) والجليسين والألانين والتي تؤثر تأثيرا مثبطا أو مهبطا على الأعضاء (شكل ٨٤). وبالإضافة لما سبق يوجد في الأنسجة العصبية وغيرها من أنسجة الجسم العديد من الأحماض الأمينية الأخرى مثل التاورين والهستدين والسيستيين والسيستين والأورنيثين والبرولين والتي لها وظائف عصبية وأيضية متعددة في الجهاز العصبي ومن أمثلة تلك الوظائف السيطرة على نمو الجهاز العصبي كما هو الحال في التاورين، وأثارة الجسم في مواجهة دخول بعض المواد البروتينية كما هو الحال في الهيستيدين وغير ذلك من الوظائف الفسيولوجية الأخرى التي تحدث في الجهاز العصبي وأنسجة الجسم الأخرى. والجدير بالذكر الإشارة إلى التحويلات الأيضية التي تحدث للأحماض الأمينية داخل الجسم ويأتي علي راس هذه التحويلات الحمض الأميني جلوتاميت والأسبارتيت واللذان يمكنهما التحول إلى الأحماض الأمينية الأخرى ومنها الأحماض الأمينية المثبطة مما يفسر لنا تحول التغيرات السلوكية السريعة من لحظة إلى أخري والقدرة على التحول السريع من الفرح إلى الحزن ومن الاكتئاب إلى انشراح الصدر والعكس. ويمثل المخطط التالي بعض من هذه المسارات الأيضية لهذه الأحماض الأمينية وكذلك ارتباطها بدورة حمض الخليك وكذلك ارتباطها بأيض المواد الكربوهيدراتية (شكل ٨٥).

الأستيل كولين:

عرّف أوتولوي Otto – Loewi الأستيل كولين منذ عام ١٩٢٣ بأنه الوسيط الكيميائي للألياف العصبية اللاودية parasympathetic، وتبين حديثاً أنه الوسيط الكيمياوي الرئيس في الجملة العصبية الذاتية بقسميها الودي (sympathetic) واللاودي (parasympathetic) (شكل ٨٦). الأستيل كولين هو مادة كيميائية تتواجد في حويصلات المشتبك العصبي عند تحرره يستطيع الاستيل كولين أن ينتقل من جزء قبل المشتبك إلى جزء ما بعد المشبك وللأستيل كولين وظائف عديدة منها تقلص العضلات المخططة وتوسيع الشعيرات الدموية وتضييق الحدقة. لا يستمر تأثير الأستيل كولين طويلا ويزول تأثيره بسبب وجود إنزيم أستيل كولين أستيريز الموجود في الشقوق التشابكية الكولينية الفعل وفي خلايا الدم الحمراء وهذا الإنزيم يحطم هذا الناقل العصبي ويوقف عمله وتعد عملية تحطيم الأسيتيل كولين عملية سريعة. وهناك إنزيم آخر يقوم بدور مشابه هو إنزيم الأسيتيل كولين استيريز الكاذب والذي يوجد في الكبد وفي بلازما الدم. ويعد إنزيم الاستيل كولين استيريز غير متخصص يعمل على بالسكسينيل كولين الذي يعد مادة منشطة لعمل مستقبلات الأستيل كولين.

الدوبامين: Dopamine

الدوبامين مادة كيميائية تتفاعل في الدماغ لتؤثر على كثير من الأحاسيس والسلوكيات مثل الانتباه، والتوجيه، وتحريك الجسم، الإحساس بالمتعة، والسعادة، والإدمان. وينتج الدوبامين من شبكة من الخلايا العصبية توجد في العمق الداخلي للدماغ المتوسط وفي النواة القاعدية. وهذه الخلايا تحتوي على مسار كيميائي يغير الحمض الأميني المسمى تيروسين إلى مادة كيميائية تسمىL–Dopa ثم إلى مادة تسمي الدوبامين. وتوجد على سطح الخلية العصبية التي تستجيب للدوبامين تركيبات تسمى: مستقبلات الدوبامين والتي يوجد منها خمسة أنواع. وتعتمد تأثيرات الدوبامين على المكان الذي تُطلق فيه، والكمية التي يتم إطلاقها، وكذلك على أنواع المستقبلات التي جرى تنشيطها. وتكون مستويات الدوبامين في الدماغ عالية في مراحل الطفولة الأولى وتنخفض بمرور الزمن وتقدم الحياة. تسبب الزيادة الكبيرة أو الانخفاض الكبير في الدوبامين كثيراً من الأمراض البدنية والعقلية. فعلى سبيل المثال، ترفع أدوية الإدمان من مستويات الدوبامين إلى نفس مستوى وجوده في الدماغ وتؤدي هذه الزيادة لدى الأفراد الذين يعانون من الإدمان إلى تغيرات طويلة الأجل أو دائمة في خلايا الدماغ. وتسبب مستويات الدوبامين غير العادية بعض أمراض الحركة مثل مرض باركنسون. ويؤدي اختلال مستوى الدوبامين دوراً كبيراً في أمراض أخرى مثل الفصام (الشيزوفرانيا)، وقصور الانتباه، ومتلازمة توريت وانعدام التلذذ وعدم القدرة على الإحساس بالمتعة عند مزاولة نشاطات ممتعة مثلد الضحك أو غيرها.

الادرينالين:

تاريخيا في عام ١٨٩٥ قام البولندي نابليون سيبولسكي Napoleon ybulski بعزل وتمييز هرمون الأدرينالين. وبعد ذلك بعام واحد أي في مايو ١٨٩٦ أعلن وليام بيتس William Bates في مجلة نيويورك الطبية عن اكتشاف أن الأدرينالين مادة تنتج من الغدة الكظرية. وقد أكد الاكتشاف نفسة جون يعقوب هابيل John Jacob Abel في عام ١٨٩٧. وفي عام ١٩٠٠ تمكن الصيدلي الياباني جوكيتشي تاكامين Jokichi Takamine من استخلاص الهرمون من غدد البقر. وفي عام ١٩٠٤ تمكن فريدريك ستولز من تخليق هرمون الأدرينالين صناعياً.

يطلق على هرمون الأدرينالين (adrenaline) أيضا هرمون الإيبنيفرين (epinephrine). والأدرينالين هرمون وناقل عصبي يفرزه من لب الغدة الكظرية وهي تقع فوق الكلية. يعمل الأدرينالين على زيادة نبض القلب وانقباض الأوعية الدموية، وتهيئة الفرد للإقدام والإدبار. أي يعمل علي تجهيز الفرد لحالات الكر والفر. يعد الإيبينفرين والنورإبينفرين من أهم الناقلات العصبية في الجهاز العصبي الودي. وللأدرينالين تأثير معاكس للإنسولين حيث يعمل علي رفع مستوي السكر في الدم عن طريق تحول جلايكوجين الكبد إلى جلوكوز. كما يعمل على توسيع الأوعية الدموية في الجلد والعضلات لإتاحة الفرصة لتوصيل الدم الكافي لها وبالتالي تزويد العضلات بالأوكسجين، كما يعمل علي زيادة نبضات القلب.

يعمل الأدرينالين كناقل عصبي للجهاز العصبي السمبثاوي والذي يؤثر على القلب، الرئتين، والأوعية الدموية، والمثانة. ويتحرر هذا الناقل العصبي استجابة إلى التأثيرات النفسية والتي ترتبط بمجموعة خاصة من البروتينات تُسمى مستقبلات الفعل الأدرينالينى. وبالتالي يصبح الأنسان شديد الخوف. إن الانفعالات الشديدة والضغوط التي يتعرض لها الإنسان كالخوف والغضب تنبه اللوزة الدماغية (Amygdala) والتي بدورها تحرض الغدة النخامية على إفراز كل من الأدرينالين والنور أدرينالين من قبل الغدة الكظرية، الذي يؤدي إفرازه في الدم إلى تغيرات فسيولوجية وكيميائية حيوية مذهلة، إنه يهيئ الجسم لقوى رهيبة؛ وذلك استجابة لإشارة التهديد الصادرة من الغضب والغيظ والحقد، وتقوم أيضا الغدة الكظرية بإفراز هرمونات القشرة مثل هرمون "الكورتيزون"؛ لإعداد الجسم بيولوجيا للدفاع عن الإرهاق النفسي بأشكاله المختلفة. كما تقوم الأعصاب الودية على إفراز النورأدرينالين (شكل ٩٧).

إن ارتفاع هرمون النور أدرينالين في الدم يؤدي إلى تسارع دقات القلب، وهذا ما يشعر به الإنسان حين الانفعال، والذي يجهد القلب ويعمل على رفع الضغط الدموي بانقباض الشرايين والأوردة الكلوية، كما قد يؤدي إلي الارتفاع المفاجئ للضغط قد يسبب لصاحبه نزفاً دماغياً صاعقاً، وقد يصاب بالجلطة القلبية أو الموت المفاجئ، وقد يؤثر على أوعية العين الدموية فيسبب له العمى المفاجئ. هذا كما قد يؤدي ارتفاع النور أدرينالين

في الدم يحرر الجليكوجين من مخازنه في الكبد وتحوله إلي السكر مما يرفع السكر الدموي، إذ من المعلوم أن معظم حوادث الإصابة بالسكري تبدأ بعد انفعال شديد لحزن أو غضب. كما قد يؤدي ارتفاع الأدرينالين من زيادة معدلات عمليات الاستقلاب الأساسية التي تحدث في الجسم مما يعمل على صرف كثير من الطاقة المدخرة مما يؤدي إلى شعور المنفعل بارتفاع حرارته وسخونة جلده وحدوث الجلطة القلبية أو الدماغية، كما يؤدي زيادة هذا الهرمون إلى تثبيط حركة الأمعاء ومن ثم إلى حدوث الإمساك الشديد كما يلاحظ في الأفراد ذوي المزاج العصبي.

أثناء ثورات الغضب لا يقتصر الأمر على إفراز الأدرينالين بل يزداد إفراز الكورتيزول مما يؤدي إلى زيادة الدهون في الدم على حساب البروتين، ويؤثر الكورتيزول علي النسيج اللمفاوي مؤدياً إلى نقص المناعة وإمكانية حدوث التهابات جرثومية متعددة، وهذا ما يعلل الإصابة بالتهاب اللوزتين الحاد عقب الانفعال الشديد، كما يزيد الكورتيزول من حموضة المعدة وزيادة إفراز انزيم الببسين مما يهيء للإصابة بقرحة المعدة.

السيروتونين:

تم التعرف علي مادة السيروتونين لأول مرة في الجهاز الهضمي للإنسان حيث لوحظ أن لها دورا في تقلص الشرايين الدموية الصغيرة في الجهاز الهضمي. اما من حيث تأثيراتها فالسيروتونين هي أحد الناقلات العصبية التي تلعب دورا مهما في تنظيم مزاج الأنسان ولذلك يسمى بهرمون السعادة والرغبة الجنسية. وللسيروتونين دور في علاج مرضى الاكتئاب حيث لوحظ أن معظم المصابين بهذا المرض يمتلكون نسبة أقل من المستوى الطبيعي في الدماغ مما أدى بالعلماء إلى اختراع الأدوية التي تقوم برفع مستوياته في الجسم. وبالرغم من أن هناك جدلا حول كيفية تأثير مادة السيروتونين على تنظيم مزاج الأنسان إلا أن هناك اعتقادا شائعا ان السيروتونين يلعب دورا لا يمكن تجاهله في الشعور بالطمأنينة النفسية. ولمادة السيروتونين أيضا دور بالشعور بالغثيان حيث لوحظ أنه إذا ما تم إغلاق مستقبلات مادة السيروتونين فإن ذلك يؤدي إلى تحسن في الشعور بالغثيان وعلى النقيض من هذا تماما إذا تم تحفيز مستقبلات مادة السيروتونين فإن ذلك يؤدي إلى تخفيف في حدة مرض الصداع النصفي. وتؤثر الرياضة والحركة على مستوى هرمون السيروتونين في الجسم ونشعر بذلك عند انتهائنا من ممارسة الرياضة مثل الجري والسباحة وغيرها. ويعود الشعور بالارتياح إلى أن الجسم يتخلص من الإجهاد النفسي والعضلي بسبب زيادة إفراز السيروتونين (شكل ٩٨).

متلازمة السيروتونين:

يحدث أحيانا عند علاج مرض الكآبة بالأدوية التي ترفع من نسبة مادة السيروتونين ما يسمى بمتلازمة السيروتونين ويحدث هذا عندما يرتفع مستوى السيروتونين أكثر من الحد المطلوب حيث يشعر الفرد بارتباك وعدم قدرة على التركيز وابتهاج غير طبيعي وعدم القدرة على الهدوء والاستقرار، وقد يحدث حمى وقشعريرة،

وغثيا،ن وارتفاع في معدل نبضات القلب، وضغط الدم، والأرق. إن ما اكتشف حديثا عن هرمون السيروتونين قد يكون له بالغ الأثر في علاج المرضى بتلف الكبد سريريا حيث وجد أن للسيروتونين دوراً هاماً في إعادة تشكيل الخلايا الكبدية المصابة. كما يمكن أيضا لمرضى الإدمان الكحولي من الاستفادة من هذا لكون صفائحهم الدموية تحتوي علي كمية قليلة من هرمون السيروتونين، وبالتالي فهم معرضون للإصابة بتليف الكبد.

الميلاتونين:

الميلاتونين هرمون تفرزه الغدة الصنوبرية وهي غدة صغيرة قطرها ٧.٢ ملم في الإنسان توجد في المخ. والميلاتونين هو الهرمون المسؤول عن تنظيم الإيقاع الحيوي في كل من الإنسان والحيوان. في الحيونات يتكون ويفرز الميلاتونين بشكل مطلق ساعات الليل وفترة إفرازه تتناسب طردياً مع طول ساعات الليل. ولذلك تعتمد الكائنات الحيوانية مثل الثدييات والطيور على طول "رسالة" الميلاتونين لتتعرف على طول أو قصر الفترة الضوئية (Photoperiod) أي النسبة بين عدد ساعات الليل وعدد ساعات النهار وبذلك يمكنها التعرف على المواسم السنوية المختلفة من صيف وشتاء وربيع أو خريف. على سبيل المثال إذا كان إفراز الميلاتونين يزداد يومياً بشكل تدريجي هذا يعني زيادة طول الليل أو اقتراب الشتاء. بينما قصر فترة إفراز هذا الهرمون تعني قصر الليل أو الاقتراب من الصيف. وهكذا تستطيع الثدييات والطيور أن تتعرف على طبيعة المواسم المقبل وتهيئ نفسها فسيولوجياً، مورفولوجياً، وسلوكياً لاستقبال هذه الفترة. أما في الأنسان إن إفراز هرمون الميلاتونين يتوقف على وجود الضوء في البيئة حيث يزيد إفرازه عندما يقل الضوء، بينما يقل إفرازه عند زيادة كمية الضوء ولذلك يقوم هرمون الميلاتونين بدور المنبه الخاص بجسم الإنسان فهو ينظم الدورة الخاصة بنومه واستيقاظه ولا يعرف حتى الآن ميكانيكية عمل هذا الهرمون (شكل٨٩).

الهستامين: Histamine

الهستامين هو مركب عضوي نيتروجيني حيوي فعال من عائلة أحاديات الأمين الحمض الأميني الأساسي المسمى الهستيدين وهو حمض أميني أساسي أو شبه أساسي وهو أحد مكونات المواد البروتينية ويفرز الهستيدين في الجسم من قبل الخلايا المعروفة ب: Mast cell والمنتشرة في الأنسجة الضامة، وأيضا من قبل خلايا الدم البيضاء المعروفة بالخلايا القاعدية Basophils وذلك أثناء الإصابة بأمراض الحساسية المختلفة. تتواجد خلايا Mast cells بكثرة في كل من أنسجة الرئة وأغشية الأنف المخاطية وأنسجة العين المخاطية، وتحت الجلد، وبين الأنسجة المخاطية المختلفة. عندما يفرز الهيستيدين ويحرر من قبل خلايا mast cells يؤدي إلى توسيع الأوعية الدموية وزيادة النفاذية لهذه الجدر مما يؤدي إلى ظهور أعراض الحساسية مثل سيلان الأنف، تدميع العينين وضيق الممرات الهوائية لمنع الغبار، وصعوبة في التنفس، أو فرط الحساسية. من هذا

يتضح أن الهستامين هرمون حيوي داخلي مهم له وظائف مهمة يؤديها لحماية الكائن الحي مثله مثل باقي الهرمونات الأخرى (شكل ٩٠).

الجاسترين والكوليسيستوكنين:

الجاسترين والكولسيتوسكينين (CCK) هما نوعان من الهرمونات مرتبطان من الناحيتين التركيبية والوظيفية وينتميان إلي المركبات الببتيدية التي تعمل كمنظمات للعديد من العمليات الهضمية والسلوكيات الغذائية. كذلك يؤثر الهرمونان على معدل الإفرازات المعدية وتحفيز الإفرازات البنكرياسية، وزيادة الدورة الدموية والإفرازات المائية داخل المعدة والأمعاء وتحفيز انقباض العضلة الملساء. توجد هذه الهرمونات في الأساس داخل القناة الهضمية، كما ثبت وجودها في أجزاء عديدة من الجهاز العصبي (شكل ٩١).

فاسوبريسين:

الهرمون المضاد لإدرار البول (antidiuretic hormone) يعرف اختصارًا ADH أو الفازوبرسين او الهرمون القابض للأوعية الدموية (vasopressin) وهو هرمون ببتيدي يتم تصنيعه في منطقة تحت المهاد ويخزن في الفص الخلفي للغدة النخامية. والعمل الرئيسي لهذا الهرمون هو إعادة امتصاص الماء في الكلية. فهو يعمل على زيادة نفاذية النفرونات (nephron)، مما يؤدي إلى زيادة إعادة امتصاص الماء، وبذلك يحافظ على محتويات الجسم من الماء. عندما يكون مستوى الهرمون المضاد للإدرار منخفضاً، يؤدي ذلك إلى فقد كمية كبيرة من البول المخفف، وبالعكس إذا كانت مستوي الهرمون مرتفعا تخرج كمية قليلة من البول المركز. وفي مرض السكري الكاذب يزداد إدرار البول ويعود ذلك غالباً إلى نقص الهرمون المضاد للإدرار (شكل ٩٢).

أوكسي توسين

الهرمون البيبتيدي أو الأكسيتوسين (oxytocin) هي كلمة مشتقة من الكلمة اللاتينية oxys ὀξύς وتعني الولادة السريعة. يفرز هذا الهرمون بشكل جزئي من الخلايا العصبية التي توجد في منطقة ما تحت السرير البصري (hypothalamus). وبعد ذلك إلي الجزء الخلفي من الغدة النخامية حيث يخزن في الفص الخلفي للغدة النخامية ويستخدم عند حاجة الجسم اليه. والهرمون الأكسي توسين أهمية خاصة في عملية الولادة، والمساعدة علي خروج الجنين من الرحم حيث يعمل علي حدوث انقباضات في عضلات الرحم، مما يدفع الجنين الي الخارج. ولا تكمن أهمية هذا الهرمون فقط في دوره الكبير في علاقة الأم بطفلها والعلاقة الحميمة بين الرجل والمرأة، لا بل ويتعداه إلى وظائف أخرى. يعمل الأوكسيتوسين على خفض الطاقة في غشاء الليف العضلي الرحمي، ويزيد في حدة وعدد التنبيهات ويحرك شوارد الكالسيوم (شكل ٩٢).

عند حقن الوريد بـ ٢ ميللي من الأكسيتوسين يحدث تأثير على حيوية الرحم، وقد لا يبدأ تقلص الرحم إلا بعد عدة دقائق من توقف الحقن، كما أن حقن الوريد بسرعة بـ ٥٠٠ أو ألف ميللي مرة واحدة من

الأوكسيتوسين للمرأة حين المخاض قد يفشل في إحداث حتى تقلص واحد ولكنه دون أي شك يزيد حساسية عضلات الرحم. أما عن مدة التأثير لهرمون الأوكسيتوسين فقد يستمر تقلص الرحم لفترة مطولة ساعة أو أكثر بعد توقف الحقن الوريدي. وبعد ذلك ينخفض تدريجياً ليزول. وقد يقوم الأوكسيتوسين برفع فعالية الألياف العضلية في الرحم بدون أن يحدث زوال استقطاب الغلاف الخلوي. ويعمل الأوكسيتوسين علي تقلص عضلات جدار الرحم وحدوث الطلق مما يؤدي إلى سرعة عملية الولادة، ولذلك يستعمل الهرمون في الطب على شكل عقار محرّض أو محفز للولادة. كما أنه يقوم بتنشيط الخلايا التي تفرز الحليب عند المرأة.

التأثير السلوكي عند الحيونات:

يعتقد الكثيرين بأن لهرمون دور كبير في تقوية الرابطة المسؤولة عن التزوج في الحيوانات. كما أن بعض الأبحاث على الفئران قد أظهرت أن الهرمون الأوكسيتوسين تأثير هام في الفئران فعن طريق هذا الهرمون قد أظهرت أن لهرمون يستطيع الفآر أن يتذكر فأر فأرا آخر له وجه مألوف. وبعكس الإنسان الذي يوظف إشارات حاسة البصر في التعرف، فإن الفئران توظف حاسة الشم للتعرف على الفئران الأخرى. وقد اكد بيتر كلافير الباحث في الجامعة، الذي أشرف على الدراسة علي إن «التعرف على الوجوه المألوفة هو أحد الجوانب الحاسمة للتعامل الاجتماعي الناجح للإنسان». وفي بحث أخر اختبر الباحثون مجموعتين من المتطوعين، زودت إحداهما ببخاخ يحتوي على جرعة وهمية اي خالية من مادة الاكسيتوننوسين. وعرضت أمامهم صورا لأشخاص، ومشاهد جامدة مثل المساكن والتماثيل والمشاهد الطبيعية. وتعرفت مجموعة جرعة الهرمون على وجوه الأشخاص لدى عرض صورهم مجددا، أكثر من مجموعة الجرعة الوهمية.

عند البشر؛ لا يوجد تأثير لإفراز هذا الهرمون الاكسيتوننوسين أثناء الرضاعة فلا يزيد من تدفق حليب الأم ولكن يؤثر وبشكل قوي على الحالة النفسية للأم بحيث إنه يولد „ شعور جميل، لدى الأم وفي بعض الأحيان شعور قوي بالرغبة في الإرضاع" ومن هذا فإن لهذا الهرمون أثر جيد في علاقة الأم بطفلها. فإن هذا الهرمون يفرز في حالات الحب، والشعور بالثقة والهدوء. كما أنه ظهر من خلال التجارب بأن ارتفاع نسبة هذا الهرمون في الدم لدى بعض الناس يزيد من قدرتهم على الثقة بالأخرين. كما أنه يزيد من فرص الحوار والتفاهم بين الزوجين على مواضيع لطالما كانت شائكة ومسببة للجدل بينهما. ويدرس هذا الهرمون باهتمام من الناحية النفسية ومدى تأثيره على الاضطرابات النفسية.

من الناحية الجنسية: لوحظ بأن لهرمون الاكسيتوننوسين التأثير الشرطي فهو يعمل علي زيادة مستوى الرغبة الجنسية على حد سواء عند كل من الرجل والمرأة. كذلك فإن الكمية التي تفرز في الدم من هذا الهرمون أثناء الاتصال الجنسي تعمل بعد الوصول إلى النشوة الجنسية رعشة الجماع على دخول الجسم في حالة من

الاسترخاء والنعاس. وفي مجال البحوث المتعلقة بهذا الهرمون لا يزال دور هذا الهرمون كهرمون الحب، والثقة، والعاطفة قيد الدراسة.

الأندورفين: Endorphin

لقد تم التعرف على هرمون الأندورفين (Endorphins) بالصدفة في عام ١٩٧٥م. ويعد هذا الهرمون من أهم هرمونات مسكنات الألم التي تفرز طبيعياً من جسم الإنسان. ومن الناحية الكيميائية يعد الأندورفين من الهرمونات عديدة الببتيد والتي تتمثل مهمتها الرئيسية في توصيل الإشارات العصبية عبر الجهاز العصبي فعقب إفراز الأندورفين من خلايا الدماغ أو من الغدة النخامية، يرتبط الهرمون بمستقبلات الألم في الدماغ وبالتالي يخفف الشعور بالألم، ولقد تم الاستفادة من هذه الخاصية في تصنيع الأدوية المسكنة للألم او الأدوية المخدرة كالمورفين والكودين، إلا أن الأندورفين الذي يفرز طبيعياً من الجسم لا يؤدي إلى الإدمان كما هو الحال مع الأدوية المخدرة المصنعة كيميائياً. يوجد حالياً أكثر من عشرين نوعاً من الأندورفين قد تم التعرف عليها في الجسم، إلا أن هرمون البيتا أندورفين يعد من أكثر هذه الهرمونات قوة وفعالية. يُفرَز الجسم الأندورفين استجابة لإجهاد والألم، حيث يؤدي الإفراز إلى تخفيف الشعور بالألم، وخفض الإجهاد، وتعزيز الجهاز المناعي، كما أن من تأثيرات إفراز الأندورفين تحسن المزاج لدى الشخص والشعور بالسرور والسعادة. ولذلك يقوم الجسم تلقائيا بإفراز مادة الأندورفين طبيعياً أثناء مواقف كثيرة مثل الشعور بالألم أو الإجهاد. بعد الإفراز مباشرة ترتبط الأندورفينات بمستقبلات الألم في الدماغ فتخفف الشعور بالألم وتعمل أيضا على خفض الإجهاد وتقوية الجهاز المناعي. وليس هذا فقط بل إن هذه المادة سماها أحد الباحثين باسم قناع الغبطة لأنها تعمل أيضا على تحسُّن المزاج والشعور بالسعادة والاسترخاء. والأندورفين كما ذكرنا من قبل هرمون ببتيدي. يوجد في الجهاز العصبي للبشر والحيوانات. ويشكل الأندورفين وبعض المواد الكيميائية المماثلة لها أو القريبة منها في التركيب والتي تدعى "بالإنسفالين" جزءاً من مجموعة كبيرة من مركَّبات شبيهة بالمورفين وتسمى "أوبيويدات". وتساعد الأوبيويدات على تخفيف الآلام وتعطي شعوراً بالراحة والتحسن. ويعتقد العلماء أن الإندورفين والإنسفالين يتحكمان في قدرة الدماغ على الاستقبال والاستجابة والإحساس بالألم أو الإجهاد. ويمكن أن تشكل جزءاً من نظام تسكين الألم في الجسم. وقد اكتشف العلماء أصنافاً متعددة من الإندورفين والإنسفالين معظمها مكونة من الببتيدات، ويعتبر "إندورفين ـ بيتا" من أكثر الأوبيويدات التي تمت دراستها بتوسع، ويوجد مثل هذا النوع من الأندورفينات في الدماغ وفي الغدة النخامية، كما يوجد نوع آخر من هرمون البيتا أندورفين في قشرة الغدة الكظرية ويعرف اختصارًا بـ ACTH حيث تُفرز من الغدة كرد فعل أو كاستجابة عند التعرض للألم أو الإجهاد. لقد ذكر أحد المحاضرين الغربيين متحدثاً عن (الإندورفين). إذا أردتم أن تتغلبوا على القلق وضغط العمل فلابد من إفراز الجسم لمادة الإندورفين فهذه المادة تهدئ البال وتريح الأعصاب. هذا وقد لوحظ زيادة

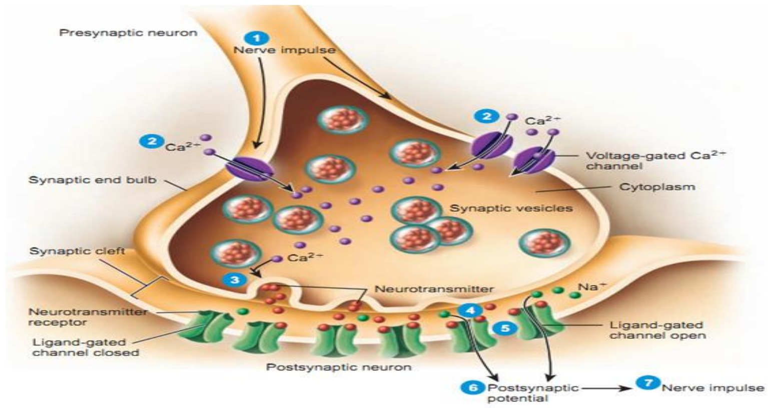
معدل إفراز الأندورفينات من خلال النوم العميق والاسترخاء وممارسة الرياضة والخشوع في الصلاة ولذلك يري كثير من الباحثين أن المسلمين أفضل من غيرهم في هذا المجال ففي الصلاة يكون المسلم أكثر خشوعا فتخرج مادة الأندورفين بكثرة وهكذا كلما قوي خشوعه ازداد راحة وطمأنينة. ومن هنا ندرك مغزى قول النبي صلى الله عليه وسلم لبلال رضي الله عنه (أرحنا بالصلاة يا بلال) فما أعظم إسلامنا وما أعظمك يا رسول الله. ومن الأوضاع الأخرى التي يقوم الجسم فيها بإفراز الأندورفين الجهد البدني في التمرينات الرياضية خاصة إذا ما استمر لأكثر من ٢٠ دقيقة وكذلك التعرض للأشعة فوق البنفسجية والحجامة يدفع الجسم لإفراز الأندورفين ويتبع ذلك الشعور بالسعادة والسرور. وقد تختلف المدة من شخص لآخر وقد تتراوح كما ان التفكير الإيجابي لدى الشخص يعزز من إفراز هرمون الأندورفين ويجلب له الشعور نفس الشعور. كما دلت الأبحاث كذلك على ان تناول الفلفل الحار والكاكاو يمكن أن يزيد من إفراز الأندورفين مركزيا وعلى اللسان. كذلك تؤدي العلاقة الحميمة بين الزوجين تعطي دفعة قوية لإفراز الأندورفين. وأخيراً. وجد أن الابتسامة لها مفعولها السحري في التغلب على القلق وضغوط العمل فالابتسامة تعمل على إفراز الأندورفين (شكل ٩٣).

النواقل العصبية وأثرها في السلوك:

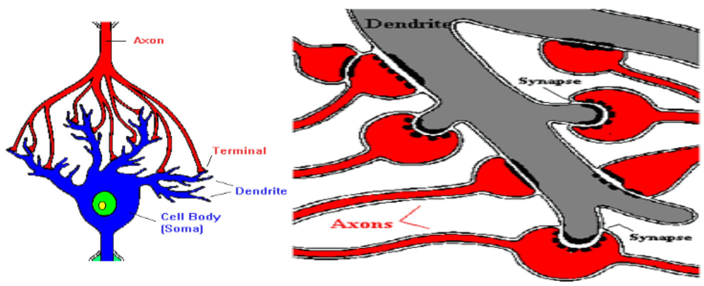
لقد لوحظ أن اختلال اتزان مستويات الرسل العصبية بالزيادة أو بالنقصان كما هو الحال عند الإصابة بالمرض أو تأثير الأنشطة البيئية المحيطة والضغوط النفسية والاجتماعية التي يتعرض لها الشخص قد تؤدي إلي حدوث اختلال في المستويات الطبيعية للرسل العصبية في الجسم مما يؤدي إلي حدوث تغير في إدراك الشخص للمؤثرات الخارجية وكذلك في سلوكه، ومن أوضح الأمثلة على ذلك ما يحدث من تغيرات سلوكية في الأفراد الذين يتعاطون المركبات الدوائية المشتقة من مادة الأمفيتامين (Amphetamines) فلقد لوحظ أن لهذه الأدوية تأثير علي القوة الإدراكية للشخص، فتتكون له تخيلات غير واقعية، فيسمع أصوات أو يرى أناس غير موجودين على أرض الواقع، ويتفاعل معهم. بالبحث والتحري لوحظ ارتباط التغيرات التي تحدث بتأثير هذه الأدوية علي زيادة نشاط مادة الدوبامين في الدماغ، كما لوحظ كذلك بأن المرضى الذين يعانون من حالات القلق المرضي أو الاكتئاب أو الوساوس القهرية يعانون من وجود اختلال في مستويات كل من السيروتونين والنورإبنفرين. فهذه الحقائق تدل على تأثير مستويات الرسل العصبية على نشاط الإنسان. كما يمكننا القول بأن الاضطرابات السلوكية التي يعيشها الإنسان، وتنعكس علي دورات حياته من نوم وصحو وتعلم وذاكرة، وعنف واضطرابات جنسية ونفسية وعصبية والاضطرابات المتعلقة بالشهية للطعام من أكل وجوع وشبع، والفصام، والشعور بآلام جسدية مختلفة دون أن يكون لها سبب عضوي حقيقي، قد تعود بالدرجة الأولي إلي اضطراب في مستويات الرسل العصبية كما أن لهذه النواقل العصبية دوراً كبيراً وهائلاً في اضطرابات الشخصية والتي قد تتمثل في الشخصيات الفصامية، وشخصيات جنون العظمة، والشخصيات الهستيرية (الاستعراضية)،

والشخصيات النرجسية (الشريرة)، والشخصيات المعادية للمجتمع (الإجرامية)، والشخصيات الوسواسة، والشخصيات المعتمدة على الآخرين، والشخصيات السلبية، والشخصيات العدوانية والشخصيات العنيدة، والحزن الشديد، والأكل، والشعور بالشبع، والتفكير المستقبلي، والإحساس بالألم، والغثيان، كل ذلك وغيره من تغيرات فسيولوجية وبيولوجية أنما هي وظائف تلعب فيها الموصلات العصبية دوراً هاماً ودقيقاً، ويجب أن نذكر ذلك مع شيء من التحفظ حتي لا يفهم من ذلك. إن الموصلات العصبية لوحدها دون غيرها من التداخلات الأخرى هي التي تحدد كل شيء، إنما هي تساهم مساهمة فعالة في هذا الأمر ومثال ذلك بسرد أو استعراض ما قيل عن الاكتئاب وهو ظاهرة يعاني منها الكثيرين فلا يمكن الجزم حدوث المرض بسبب واحد حيث وضعت لذلك عدة نظريات تؤكد كل منها علي سبب محدد للإصابة وجميع النظريات محل احترام من الباحثين والدارسين ألا أن النظرية الأكثر قبولا هي النظرية البيولوجية النفسية الاجتماعية، أي أن هذه العوامل كلها تتفاعل مع بعضها البعض لتؤدي ما يسمى بالاكتئاب، واختلفت المدارس في ذلك، فهنالك مدرسة تميل أكثر للأثر البيولوجي، وهنالك مدرسة تميل أكثر للعامل النفسي، وهنالك مدارس تميل إلى العامل الاجتماعي. ففي السابق كانت المدارس النفسية هي الأقوى، مثل المدرسة التحليلية الفرويدية والمدرسة السلوكية وهكذا، ولكن في الآونة الأخيرة نستطيع أن نقول إن المدرسة البيولوجية أيضاً أصبح لها وجودها وقد برزت بصورة واضحة ولها أسانيدها وبراهينها بناء على التأثيرات التي تلاحظ عند تعاطي الأدوية النفسية والتي تعمل من خلال الموصلات أو الناقلات العصبية، ولا شك في ذلك. توجد نظريات أخرى مثل النظرية السلوكية التي يتزعمها العالِم السلوكي (آرون بك) تقول: إن الاكتئاب لا يأتينا إلا نتيجة لمشاعرنا السالبة، بمعنى أن التغير المعرفي السالب، الإنسان الذي يفكر في ماضيه بصورة سالبة جدّاً والذي يرى أن حاضره لا معنى له وأن مستقبله ميؤوس منه، هذا الفكر يأتي للإنسان لأسباب غير معروفة، وهذا يؤدي إلى التغيرات البيولوجية في الموصلات العصبية، ومن ثم يحدث الاكتئاب النفسي، هذه هي نظرية (آرون بك) والتي دار حولها الكثير من الاختلافات، ولكنها من ناحية السلوك تعتبر نظرية محترمة جدّاً، ولذا يعتبر العلاج السلوكي المعرفي علاجاً ضرورياً في حالات الاكتئاب، ويكون أكثر فائدة بالطبع إذا أُعطي مع العلاج الدوائي. هذا هو الموقف العلمي، وأعتقد أن التطورات المستقبلية سوف تُوضح الكثير من أسباب الاضطربات النفسية وكيفية علاجها وتشخيصها[٨-١٠].

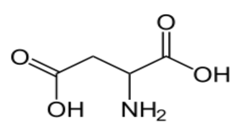
قائمة الأشكال



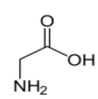
شكل (٨٢): المشتبك العصبي



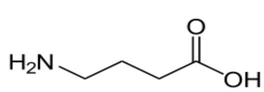
شكل (٨٣): التشابكات العصبية



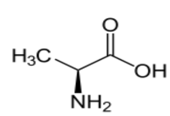
حمض الأسبارتيك



الجليسين

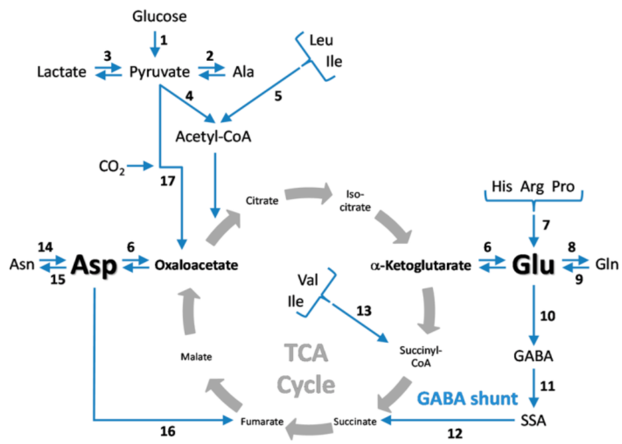


الجابا

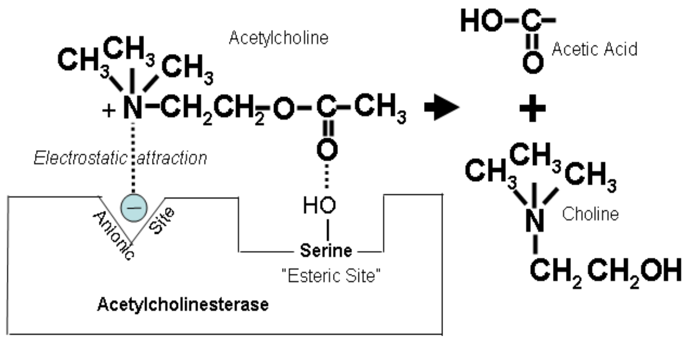


الألانين

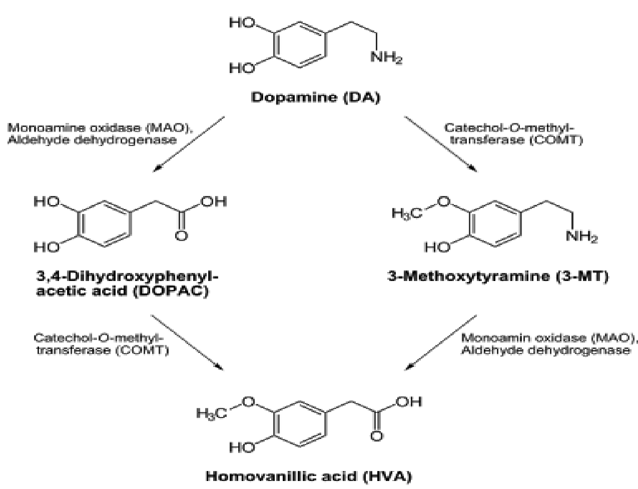
شكل (٨٤): التركيب الكيميائي لبعض أنواع الأحماض الأمينية



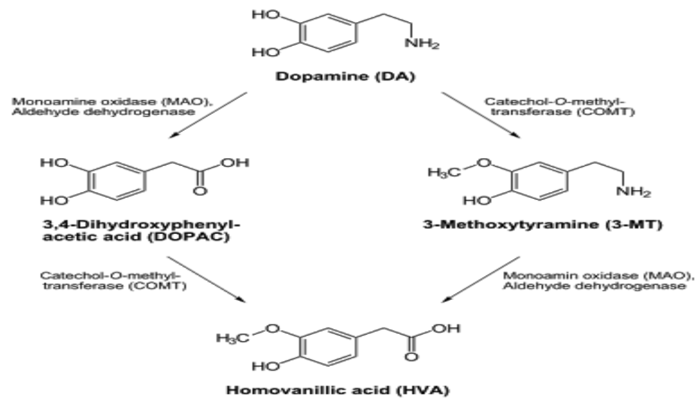
شكل (٨٥): التحولات الأيضية للرسل العصبية



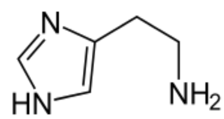
شكل (٨٦): التحولات الأيضية للأستيل كولين



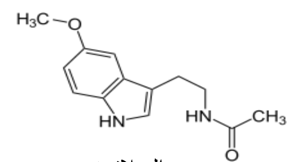
شكل (٨٧): التحولات الأيضية للدوبامين



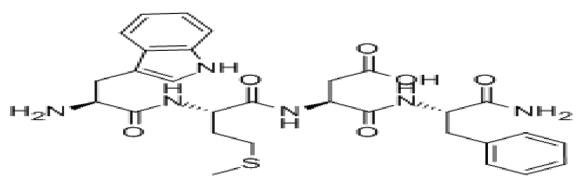
شكل (٨٨): التحولات الأيضية للدوبامين



الهستامين

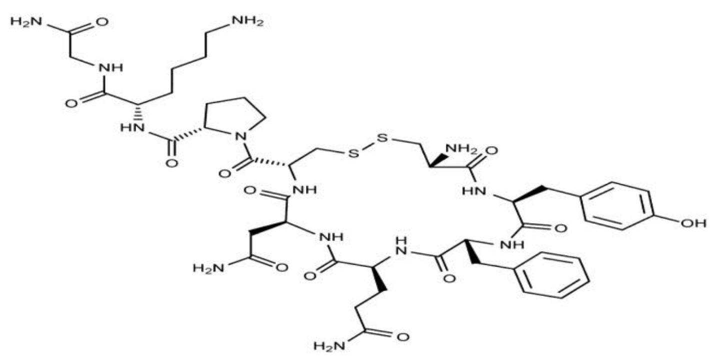


الميلاتونين

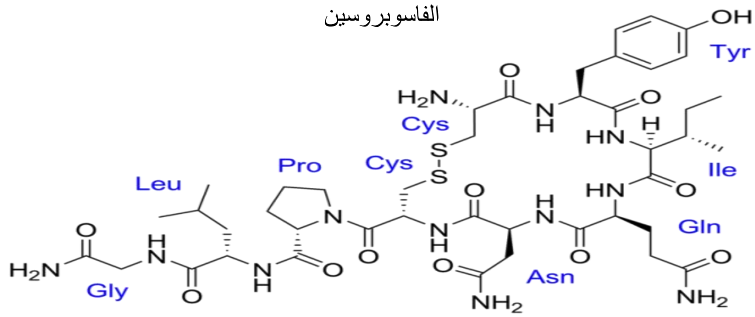


الجاسترين

شكل (٨٩): التركيب الكيميائي لبعض الرسل العصبية

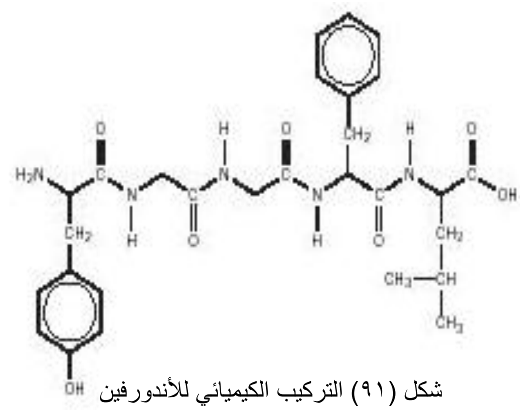


الفاسوبروسين

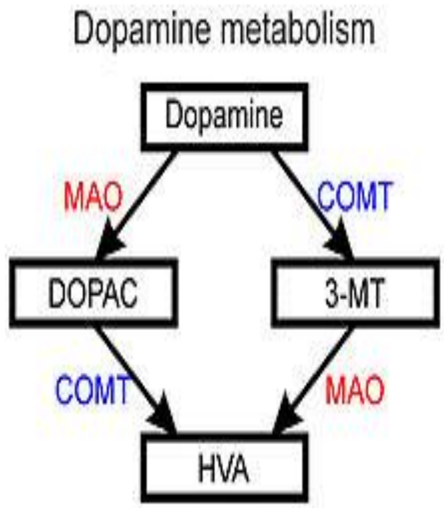


اوكسيتوسين

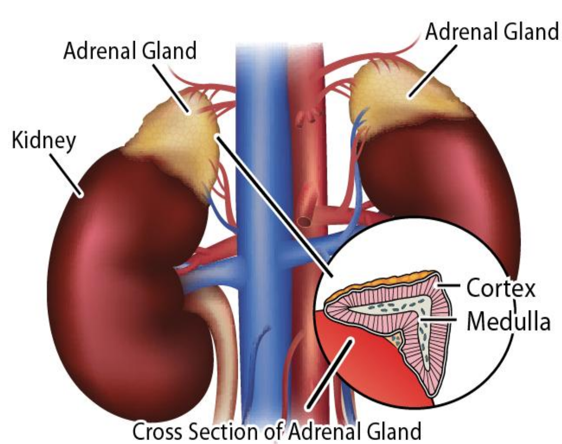
شكل (٩٠): التركيب الكيميائي للفاسوبروسين والاوكسيتوسين



شكل (٩١) التركيب الكيميائي للأندورفين



شكل (٩٢): التحولات الأيضية للدوبامين



شكل (٩٣): الغدد فوق الكلوية (الكظرية)

الفصل الثالث
اختلالات الجهاز العصبي

مقدمة: يقصد بالمرض العصبي وجود اضطراب أو علّة في أحد أجزاء الجهاز العصبي وتؤدي إلى عدم قدرته على القيام ببعض الوظائف المطلوبة منه بشكلٍ طبيعي. وقد تكون أصابت جزء من الجهاز العصبي بشكلٍ مباشر علي أحد مكونات الجهاز العصبي أو بطريقة غير مباشرة كرد فعل أو تؤثر الجهاز العصبي لإصابة الجسم بمرض مما يؤثر على الجهاز العصبي فتتراجع قدرته ومن أمثلة ذلك وهي الأكثر شيوعا الإصابة بمرض السكري المزمن والغير معالج مما يؤثّر على بعض الأعصاب الطرفية ومنها الأعصاب البصرية. وسوف نستعرض فيما يلي أهم الأمراض العصبية:

الاعتلال العصبي الطرفي Peripheral Neuropathy:

تشتمل هذه الحالة على تلف الأعصاب الطرفية، ويقصد بها شبكة الأعصاب الممتدة عبر أجزاء الجسم وتربط المخ والحبل الشوكي ببقية أجزاء الجسم. ومن أسباب الاعتلال العصبي الطرفي إدمان الكحوليات والإصابة ببعض الأمراض مثل الإصابة بمرض البول السكري أو الإصابة بالأورام الخبيثة، وارتفاع بولينا الدم كما هو الحال في الفشل الكلوي، ونقص الفيتامينات، والتسمم بالرصاص، والتهاب الشرايين، وقصور نشاط الغدة الدرقية.

الأعراض:

تشتمل هذه الحالة على تلف الأعصاب الطرفية، ويقصد بالأعصاب الطرفية شبكة الأعصاب الممتدة عبر أجزاء الجسم وتربط المخ والحبل الشوكي ببقية أجزاء الجسم. ومن أسباب الاعتلال العصبي الطرفي إدمان الكحوليات والإصابة ببعض الأمراض مثل الإصابة بمرض البول السكري أو الإصابة بالأورام الخبيثة، وارتفاع بولينا الدم كما هو الحال في الفشل الكلوي، ونقص الفيتامينات، والتسمم بالرصاص، والتهاب الشرايين، وقصور نشاط الغدة الدرقية.

الأعراض:

تحتلف أعراض الإصابة باعتلال الأعصاب الطرفية اختلافا بينا طبقا لدرجة التلف الذي تعرضت لها الأعصاب. من الأعراض الشائعة الحدوث الإحساس بتنميل خفيف يأخذ في الازدياد على مدى شهور حتى يصل إلى تخديل ثقيل في القدمين، ويمثل ذلك مشكلة خطيرة نظرا لضعف الإحساس وعدم القدرة على الشعور بالكدمات أو العدوي بالأمراض كذلك. قد يتسبب تلف الأعصاب الطرفية في تشوش الرؤية، وانخفاض ضغط الدم، وصعوبة التبول، وتضخم المعدة وتقلصات معوية وضعف جنسي.

الصَرع Epilepsy:

الصَرَع، هو حالة من التشنجات المتكررة تنتج من خلل وظيفي مؤقت بالمخ، يحدث عندما يضطرب السريان المنتظم للإشارات الكهربية نتيجة لشحنة كهربية مفاجئة تعطل وظائف المخ الطبيعية. ومن أعراض الإصابة بالصرع حدوث اضطراب في الإحساس متبوع بحركات اختلاجيه لا يمكن التحكم فيها، وفقدان الوعي. اما عن أسباب الإصابة فهي مختلفة فقد تحدث دون وجود مشكلة تشخيصية في المخ وفي البعض الأخر قد تحدث نتيجة لوجود مشكلة محددة بالمخ مثل تلف بالمخ عند الولادة، أو ورم، أو إصابة بالدماغ، أو سكتة دماغية أو تعاطي الكحوليات أو الإصابة بالحمى، أو انسحاب بعض العقاقير....... الخ.

الأعراض:

قبل حدوث نوبات التشنج غالبا ما يسبقها حدوث هلاوس سمعية أو شم روائح خيالية وضيقا بالبطن والشعور بالضغط داخل الدماغ. ثم يعقب ذلك حدوث نوبات التشنج والتي يصاحبها فقدان الوعي، وتيبس الجسم، وحدوث سلسلة من حركات الارتجاف في الذراعين والساقين والجذع، مع الصر على الأسنان وقد يعقب ذلك حدوث تبول أو تبرز لاإرادي. عادة ما تستمر نوبة التشنج إلى ما لا يزيد عن دقيقتين.

الألم العصبي Neuralgia:

في الألم العصبي أو العصب المتهيج أو النيورالجيا تحدث فترات من الألم تتباين شدتها. وتوصف الحالة عادة بأنها ألم أشبه بالوخز أو الحرقان مع إحساس مقارب للإصابة بطلق ناري والتي يصاحبها ألم يبدأ مع الكلام، أو البلع أو تناول الطعام وألم العصب الخامس الموجود في الوجه، وألم العصب القذالي ويحدث ألم في مؤخرة الرأس، وألم ما بين الضلوع، وألم العصب المصاحب للصداع النصفي ومن أسباب الإصابة بالمرض العدوي بفيروس الهيربس، وفي حالات كثيرة يشعر المريض بالألم ولا يكون سبب الألم معلوما أو محدداً بدقة.

الالتهاب العصبي الليفي Neurofibromatosis:

الالتهاب العصبي الليفي هو عبارة عن مجموعة من الاضطرابات الوراثية النادرة التي تصيب الجلد والجهاز العصبي، وقد تسبب التخلف العقلي. ويمكن التعرف على الإصابة بالمرض بعمل التحليلات والاختبارات الجينية وتحديد إذا كان الشخص أو الجنين يحمل جين المرض أم لا. ومن أعراض الإصابة بالمرض حدوث أورام ليفية عصبية في الجلد والحبل الشوكي أو العين أو الأعضاء الأخرى. وقد يكون الورم خبيثا في بعض الأحيان وحميد أحيانا أخري. وتوجد مناطق بلون القهوة تسمى بقع "القهوة باللبن" فوق الجلد . قد يكون هناك أيضا استسقاء في الرأس وارتفاع في ضغط الدم.

إصابات الحبل الشوكي Spinal Cord Injuries:

من الصفات التشريحية للحبل الشوكي انه محاط بالفقرات التي تعمل على حمايته ولكنه قد يصاب إذا تعرضت الفقرات للكسر مما ينشأ عنه تلف الخلايا العصبية في الحبل الشوكي مما يؤدي إلى فقدان الإحساس بحركة العضلات. في بعض الأحيان وبرغم العلاج، قد تسوء إصابة الحبل الشوكي مع الوقت، مما يتسبب في فقدان العديد من الوظائف الحسية وبذلك قد يصبح. الجسم مشلولا وبدون إحساس. وتختلف درجة الشلل الجسدي طبقا لدرجة الإصابة. فتلف المنطقة العنقية من الحبل الشوكي مثلا قد ينتج عنه شلل رباعي (quadriplegia)، أي فقدان الإحساس وعدم القدرة على تحريك الأطراف الأربعة، أما تلف منطقة أسفل الظهر فقد يسبب شلل كساحي (paraplegia) أي شلل في الجزء الأسفل من الجسم والساقين، مع خلل أو فقدان كامل لوظائف المثانة، والأمعاء والوظائف الجنسية. ولذلك يمكن القول ان درجة العجز تعتمد وبدرجة كبيرة على موقع وشدة الإصابة فقد يكون المرض عبارة عن ضعف أو تنميل أو شلل العضلات أو في جزء من الجسم

القلق Anxiety:

من منا لم يعان من القلق الطبيعي خلال مراحل حياته؟ إن القلق عادة ما يأتي كرد فعل تجاه التوتر البدني لسبب محدد أو غير محدد. وللقلق الطبيعي جذوره المتمثلة في الخوف، فعندما تتعرض لموقف خطير أو موقف مسبب للتوتر، يساعدك الخوف على حفز جسدك ليتخذ رد الفعل المناسب مثل القتال أو الهروب، ولذلك تزداد نبضات القلب ليرسل المزيد من الدم إلى العضلات، ويصبح التنفس أثقل، و تنقبض العضلات استعداداً للحركة. أن هذا الأسلوب الدفاعي يحقق للجسم الطاقة الضرورية والقوة اللازمة لمواجهة المواقف المسبب للقلق. ومع القلق العام تحدث نفس الآليات البدنية والعاطفية، حتى ولو لم يكن هناك تهديد بدني نحتاج للتفاعل معه. ولذلك يمكن القول ان الإحساس بالقلق العام بشكل متواصل غالباً ما يرجع لسبب وراثي يؤثر علي الناقل العصبي بالمخ وهو الحمض الأميني " جاما أمينوبيوتيريك" أن صدمات الحياة المبكرة أو التجارب الحياتية الراهنة، قد تكون من الأمور الأساسية لظهور نوبات القلق، ونتيجة لظروف الحياة الصعبة التي نعيشها، يتحول القلق إلى مرض، ولذلك يجب ألا ننظر للقلق بمظهر المرض النفسي، وإنما ننظر إليه على أنه مشكلة نفسية شعورية إدراكية، فالشخص القلق تعتريه دائما مشاعر سلبية، فيفقد الثقة بالآخرين، والإحساس بالسعادة، وبالطمأنينة والراحة، وأن جملة هذه المشاعر تتكون لدى عقله الباطن والذي يستمر بالعمل والتفكير المتواصل بالأفكار ذات الطابع السلبي. وقد أشارت آخر الأبحاث إلى أن العقل الباطن داخل اللاشعور يستوعب في الدقيقة ما يقارب من ٣ إلى ٧ تريليون فكرة وكلمة، في حين أن العقل الواعي يستوعب من ٥ إلى ٧ أفكار فقط في الدقيقة الواحدة، فينبع القلق من الاضطرابات التي تحدث في العقل الباطن التي تسببها مشاعر

حالية أو مشاعر دفينة، أو بعض الأفكار التي نؤمن بها أو المواقف التي نتعرض لها وشكل عام. يمكن تقسيم أسباب القلق إلى ثلاث مجموعات هي:

أسباب نفسية: ويقصد بها الأسباب التي ترتبط بالنفس البشرية للإنسان، حيث يتولد في الشخص إحساس بالاضطهاد، وعدم العدالة والسعادة، وينتابه شعور أنه مظلوم، ويوقن أن لا أحد يحبه ويكرهه الجميع.

أسباب اجتماعية: نقصد بها هنا علاقة الفرد المضطربة بالمجتمع، أو بأفراد المجتمع ككل، فالشخص المصاب بالقلق يفتقد للمهارات الاتصالية الاجتماعية وتنعدم الثقة بالآخرين، يزداد الانطواء على الذات، وعدم الإفصاح عما يجول في خاطره .

الأسباب الفكرية: نقصد بها مجموعة الأفكار المجردة من المنطق، حيث تميل الشخصيات القلقة إلى رسم تصورات خيالية من وحي أفكارهم السلبية، ويحبون الانغماس بها وأن يعيشوها.

الاكتئاب Depression:

يمكن تعريف الاكتئاب على انه حالة من الحزن الشديد وبدون سبب محدد. فالفرق بين الاكتئاب والحزن أن الاكتئاب يكون حزناً لسبب محدد أو غير محدد وأكثر ديمومة أما الحزن فيحدث لسبب محدد بذاته. ولعل من أهم الأسباب الرئيسية للشعور بالاكتئاب ندرة الفرص، وشدة التنافس، وانتشار الأمراض، وشعور الإنسان بالتهديد والخطر. فمع تطور وسائل الاتصال والإعلام أصبح الإنسان أكثر وعيا واطلاعا على ما يحدث ويصبح الأنسان عرضة للإصابة بالاكتئاب النفسي ولذلك فالاكتئاب أحد الأمراض النفسية الأكثر انتشاراً في الوقت الحالي والذي يصيب الذكور والإناث، الصغار والكبار والمسنين، ولا يفرق بين مستوى التعليم والثقافة ولا المستوى المادي، ولذلك يمكن القول إن الجميع عرضة للإصابة بالاكتئاب.

الأعراض:

أعراض الاكتئاب عديدة ومن أهمها فقدان الوزن وفقدان الشهية، أو شره نحو الطعام، وزيادة الوزن، إهمال النظافة الشخصية، والنشاطات والعلاقات الاجتماعية، والهوايات، والتفكير بالانتحار، والشعور بالدونية، وسيطرة الأفكار السوداوية والتوجس والتوقع بحدوث أمور سيئة، والشعور بالقلق، وعدم القدرة على الاستمتاع بالعلاقة الحميمة، عدم القدرة على الشعور بالفرح، والرغبة بالبكاء، وكثرة الشكوى من وجود أعراض جسدية. وتجدر الإشارة إلى أنه يجب أن تستمر أعراض الاكتئاب لمدة كافية حتى يوصف الشخص بانه مصاب بالاكتئاب كأن يستمر الاكتئاب شهرا مثلا وأن يظهر من خلالها المصاب بعض مظاهر الاكتئاب. وللاكتئاب درجات ففي البداية يكون خفيفاً ثم يشتد بعد ذلك أكثر فأكثر. والاكتئاب أنواع فهناك الاكتئاب النفسي، والاكتئاب العقلي، واكتئاب ردة الفعل وهو الاكتئاب الذي يحدث نتيجة للتعرض لظروف خارجية، فمثلا إذا فقد شخص إنساناً عزيز عليه تتولد لديه حالة من الحزن تبدأ بالتلاشي شيئا فشيئا في الظروف الطبيعية، ولكن بعض

الناس تتولد لديهم حالة من الحزن مبالغ فيها من حيث الفعل ومن حيث المدة وتوصف الحالة اكتئاب ردة الفعل.

التفوق العقلي:

يدل معنى التفوق العقلي عند كثير من الناس على الذاكرة القوية المدربة، وقد ظهر مصطلح التفوق العقلي وجرى استخدامه على نطاق واسع منذ وقت قريب في النصف الثاني من القرن العشرين على حين أن مفهوم الذاكرة القوية ومدلولها قد استقر في أذهان الناس منذ وقت بعيد، ولو على مستوى تذكر الأشياء اليومية وتفاصيل العلاقات الإنسانية. ويؤكد علماء النفس علي أن التفوق العقلي مفهوم ثقافي مثله في ذلك مثل المفاهيم الأخرى التي نستخدمها في مجال علم النفس، ولذلك فهو مفهوم نسبي يختلف من جماعة إلى أخرى حسب اختلاف مستويات الحياة، وحسب ما يتطلبه الوصول إلى هذه المستويات من طاقات عقلية. ولو نظرنا إلى تعريف مصطلح التفوق العقلي بشيء من التفصيل يلاحظ انه يشتمل على ثلاثة جوانب فهو من ناحية يرى أن الإنسان المتفوق عقليا هو الذي وصل إلى مستوى معين في أدائه، وهو الذي يحقق المستويات الأعلى من مستوى الناس العاديين، ويحقق أداء خاصا في مجال عقلي تقدره الجماعة التي يعيش فيها.

الذكاء:

خرجت الكلمة اللاتينية intelligentia إلى حيز الوجود على لسان الفيلسوف الروماني شيشرون، الذي ابتكرها، وتعني لغويا الذهن والعقل والفهم والحكمة، وقد ترجم هذا المصطلح إلى العربية في بداية اهتمام علماء النفس العرب بهذا العلم. وعلى الرغم من تطور مفاهيم الذكاء وتطور مقاييسه لا تزال هناك مشكلة في تعريف المصطلح ولذلك شاع الاعتقاد بانه لا يوجد اتفاق على تعريف الذكاء ولذلك فقد أوردت الكتب له تعريفات كثيرة وان كان أقربها وأوفرها حظا وأكثرها شيوعا في الاستخدام التعريف الذي اقترحه العالم بورنج سنة ١٩٢٣ حيث يقول: "إن الذكاء هو إمكانية الأداء الجيد في اختبار الذكاء " وقد جرى اختصار هذه العبارة في القول المشهور: "إن الذكاء هو ما تقيسه اختبارات الذكاء".

الذاكرة والقدرات الحسية:

من المعروف أن رصيد الذاكرة يتكون من حجم المعلومات والخبرات التي يتعرض لها الإنسان من خلال ممارسته اليومية للحياة العادية معتمدا على القدرات الحسية أو القدرات الحركية، أو القدرات الإدراكية أو القدرات التي تنتمي إلى ما يسميه علماء النفس "استعدادات المحتوى" والذي يرتبط بالمعلومات. ويؤكد واقع الأمر ان السلوك المعرفي للإنسان لا ينشأ من فراغ وإنما متحرر من المحتوى، فالذاكرة، والاستدلال، والابتكار، والمدركات، والإحساسات والرموز والمعاني وغيرها لا تتم من فراغ وإنما هي قدرات منبثقة من المحتوى ويتم توظيفها في العديد من العمليات المعرفية.

تنمية قدرات الذاكرة:

هناك عدد من العناصر الفعالة التي تساعد على التفوق العقلي وتنمية قدرات الذاكرة ومن أهمها الانتباه والتغذية المرتجعة وسوف نعرض لهما بشيء من التفصيل.

***الانتباه:** يحتل الانتباه موقعا مهما في منهج تنمية وتطوير الذاكرة حيث يعمل على انتقاء الفرد للموضوعات والأشياء التي يرغب في أن يتذكرها ولذلك فهو يتجه إلى هذه الأشياء بقوة ويحلو له أن يعيش معها أو يبتعد عنها، ولذلك يلتفت نظره إليها وتثير اهتمامه، ومن هنا يمكن لأي إنسان أن يرفع درجة الانتباه في العقل إذا تعلم كيف يحب الأشياء التي يريد أن يحفظها، إما لذاتها أو لأنها ترتبط معه بشيء يحبه ويميل إليه وعلى النقيض من ذلك، يستطيع الإنسان أن يتذكر بدقة ما يفزعه ويثير الخوف في داخله. ومن الأشياء التي تساعد على الانتباه الإدراك.

- **الأدراك:** وهو مرتبط بالحواس مثل العين والأذن والأنف والجلد. فإذا نظرت إلى شيء ما مثلا، فإن حاسة البصر تنشط ويمكنك أن تجعلها تتحول إلى عملية ملاحظة إذا وجهت إليها درجة أكبر من التركيز والانتباه. ويحدث الشيء نفسه بالنسبة لحاسة السمع، إذا وجهت إليه انتباهك الكامل وتركيزك الشديد. وهكذا يمكن أن تتعلم كيفية الملاحظة والإنصات على تنشيط الإحساس المرهف حتى تستطيع تحقيق ذلك والتدريب هنا سهل ميسور؛ لأنه ينبع من الطبيعة نفسها.

***التغذية الحيوية المرتدة أو العكسية Biofeedback:** وتسمى الارتجاع البيولوجي أو التغذية الراجعة الحيوية. لقد ظهر أسلوب التغذية الحيوية المرتجعة كأسلوب علاجي يتم من خلاله استخدام بعض الأجهزة الطبية في تزويد المرضى بالمعلومات حول العمليات الفسيولوجية التي لا يشعرون بها مثل ضغط الدم والحرارة والوظائف المعدية والمعوية ونشاط الموجات الكهربية العقلية بما يُمَكِّن المرضى من تعلم كيفية ضبط تفكيرهم وعملياتهم الذهنية بهدف التحكم في العمليات الجسدية التي ينظر كعمليات لا إرادية. ويرجع الفضل في وضع أساس ذلك الأسلوب العلاجي إلى عالِم النفس التجريبي نيل ميللر Neal Miller الذي اقترح عام ١٩٦١م إمكانية تدريب الجهاز العصبي اللاإرادي للتحكم في بعض الوظائف الفسيولوجية، وخلال العقود الثلاثة التالية تم البناء على مقترح ميللر بفضل جهود العديد من الباحثين الذين وضعوا ما يقرب من ثلاثة آلاف بحث ومائة كتاب لوصف أسلوب التغذية الحيوية المرتجعة وتطبيقاته. ولذلك يمكن القول بأن التغذية الحيوية المرتجعة هي "وسيلة للسيطرة على عملياتنا الجسدية لزيادة الاسترخاء، وتسكين الألم، وتحقيق الصحة والوصول إلى أنماط حياة أكثر راحة" ولذلك يستخدم ذلك الأسلوب العلاج مع حالات القلق والاكتئاب البسيط والصرع والصداع وذلك بتحسين درجة التركيز الذهني من أجل التأمل والتحكم في الموجات الكهربية المخية بهدف الوصول إلى السكينة الداخلية.

فقدان الذاكرة Amnesia:

جميعنا يتعرض لفقدان الذاكرة فقد يكون فقدان الذاكرة قصير الأمد، فننسى مثلا مكان مفاتيح السيارة أو أسماء بعض الأشخاص أو غير ذلك من الأمور الأخرى. وهذا أمر طبيعي. ولكن حين يصبح فقدان الذاكرة متواصل فتشخص الحالة كحالة مرضية يجب البحث عن أسبابها أي تشخيصها والبحث عن سبل العلاج ان أمكن ذلك. فقد يكون السبب لموت الخلايا الدماغية وتعد هذه من الحالات المستعصية على العلاج. وسوف نتعرض فيما يأتي لأنواع الذاكرة واهم المسببات التي تؤدي إلى فقدها.

أنواع الذاكرة: ثمة ثلاثة أنواع من الذاكرة هي:

-**الذاكرة قصيرة الأمد:** وهي عبارة عن الذاكرة المؤقتة. فعلى سبيل المثال قد تبحث عن رقم في دليل الهاتف ثم تنساه بعد الاتصال به أو بعبارة أخرى، بمجرد أن تنتهي من استعمال المعلومات قد تنساها تماما.

-**الذاكرة القريبة:** وهي ذاكرة تحفظ الماضي القريب، أي ماذا أكلت في فطورك اليوم أو ماذا ارتديت من ملابس بالأمس.

-**الذاكرة بعيدة الأمد:** وهي ذاكرة الماضي البعيد، كذكريات الطفولة مثلا وتفاصيل الأحداث العمرية كرفقاء الدراسة أو غير ذلك من الأمور الأخرى.

أسباب فقد الذاكرة

ينجم فقدان الذاكرة عن أمور عديدة منها:

-التأثير الجانبي لبعض الأدوية.

-إصابات الرأس.

-الإدمان على الكحول أو المخدرات.

-السكتة الدماغية.

-العلاج بالصدمات الكهربائية لفترة طويلة.

-مشاكل السمع والبصر أن تؤثر على الذاكرة.

-النساء الحوامل يعانين أحيانا من مشاكل في الذاكرة القصيرة الأمد.

-الإصابة ببعض الأمراض ويعتبر من مرض الزهايمر أحد أكثر أشكال الخرف شيوع. وتشتمل أعراضه على فقدان تدريجي للذاكرة وعجز عن حفظ المعلومات الجديدة، وميل متنامي لدى الشخص لتكرار نفسه ووضع الأشياء في غير مواضعها والشعور بالارتباك والضياع، إضافة إلى تدهور بطيء في الشخصية والحكم والآداب الاجتماعية. ويرافق ذلك زيادة في الاهتياج العصبي والقلق والاكتئاب والارتباك وعدم الشعور بالراحة.

قائمة المراجع

١-Sense organs Facts, information, pictures | Encyclopedia.com ...www.encyclopedia.com/topic/ Sense_organs.aspx

٢-Principles in the Organization of Invertebrate Sensory Systems ..www.comprehensivephysiology.com /.../ refId-cp٠١٠١٢٨.html

٣-Sensory receptor organ - Invertebrate Brain Platform https://invbrain.neuroinf.jp/modules/htmldocs/ .../sensory-system.html

٤-Invertebrate Nervous Systems https://www٢.le.ac.uk/departments/.../Matheson_ELS_٢٠٠٢.

٥-The Development of Vertebrate Sensory Organs - Karger Publishers https://www.karger.com /Book/Home/٢٣٠٣٥٥

٦-Sensory Evolution on the Threshold - Edited by J. G. M. "Hans ...www.ucpress.edu/book. php?isbn=٩٧٨٠٥٢٠٢٥٢٧٨٣

٧-Evolution of sensory structures in basal metazoa oxfordjournals.org/content/٤٧/٥/٧١٢.full icb.

٨-Neurotransmitter - Wikipedia, the free encyclopedia https://en.wikipedia.org/wiki /Neurotransmitter

٩-Neurotransmitters - THE BRAIN FROM TOP TO BOTTOMthebrain.mcgill.ca/flash/i/i_٠١ /i_٠١_m/i.../i_٠١_m_ana.html

١٠-Neurotransmitter definition - MedicineNet - Health and Medical .www.medicinenet.com/script /main /art.asp?articlekey=٩٩٧٣

١١-Central nervous system disease - Wikipedia, the free encyclopedia https://en.wikipedia.org /wiki/Central_nervous_system_diseasetalking, or trouble understanding speech.

١٢-Nervous System Problems-Check Your Symptoms - WebMDwww.webmd.com/.../nervous-system -problems-check-your-symptoms

١٣- Overview of Nervous System Disorders | Johns Hopkins Medicine ...www.hopkinsmedicine.org/... /nervous_system_disorders/overview of nervous_system_disorders_٨٥,P٠٠٧٩٩/

الباب الخامس

سلوك الحيوان

- الفصل الأول: أقسام السلوك والسلوك الغريزي.
- الفصل الثاني: السلوك المكتسب.
- الفصل الثالث: لغة الحيوان
- الفصل الرابع: السلوك الاجتماعي

مقدمة

منذ أن دبت أقدام البشر على الأرض تشابكت حياتهم مع حياة الحيوانات فاصطاد الأنسان الحيوانات وأستأنسها، واستخدمها كطعام له أو كان هو طعاما لها كما ولذلك أحبها، وكرهها، وقدسها، وعبدها فمن الحيوانات ما هو نافع ربط الأنسان حياته وسعادته ببقائها واعتمد على ما توفره له من إمكانيات حياتيه فهي مصدر من مصادر الطعام ووسيلة من وسائل النقل ووسيلة لتسخير سبل المعيشة فأصبحت من المتاع فمن أصوافها وأوبارها صنع ملبسه ومسكنه ومن لحومها صنع طعامه ولهذا تفنن في اصطيادها وتحوير سلوكها. أما عن المجموعة الأخرى الضارة فلقد بعد عنها، وحاول بشتي الطرق تفادي وتجنب أخطارها. لقد تطلبت كل هذه الأمور من الأنسان ان يقوم بدراسة سلوكيات الحيوان والتعرف علي طرق معيشتها وتربيتها ومع تطور العلوم ومضي الزمن أدي هذا الاهتمام إلى نشأة فرع من فروع العلوم الهامة في حياتنا وهو علم السلوك الحيواني والذي ساهم مساهمة فعالة في تطور علم السلوك الإنساني. إن إحدى الحقائق التي لا سبيل إلى نكرانها أو التغاضي عنها في وقتنا الحاضر هي أن أطباء وعلماء علم النفس مدينون للعلماء الذين اتخذوا من حياة الحيوانات وسلوكها ميداناً لبحوثهم، وتوصلوا إلى القوانين التي يخضع لها تفاعلها مع العالم الخارجي والعلاقات التي تربطها ببعضها البعض. لذلك فمن المعلوم لدى المختصين بالعلوم السلوكية الإنسانية ان الدراسات التي أجريت على الحيوانات مكنت العلماء والمختصين من الحصول على نتائج ساهمت في وضع اللبنات الأساسية للنظريات السلوكية كما أفادت كذلك في حدوث تطورً ملحوظ في أدوات ومحتويات ومفاهيم كل من العلوم السلوكية والعلوم التطورية. فمن المعلوم أن آليات السلوك عند الكائنات الحية كالغرائز والانفعالات والقدرات العقلية قد احتلت مساحة هامة في أعمال داروين. ومن خلال طرح هذه الموضوعات ومعالجتها أكد داروين أن نشوء الوظائف وارتقاءها، كظهور الأعضاء وتطورها، يمكّنان الكائن الحي من الصمود في صراعه المستمر مع العالم الخارجي وللتأكيد على هذه الحقيقة أورد دارون كماً ضخماً من الاستنتاجات التي استمدها من مشاهداته الخاصة. ولهذا يكاد يجمع مؤرخو علم النفس على فعالية الدور الذي نهض به داروين على صعيد إدخال طريقة الملاحظة الموضوعية إلى الميدان السلوكي، ويدللون على ذلك باستعراض الكثير من الدراسات التي أجريت بعد صدور مؤلفات داروين، وخاصة كتاب "التعبير عن الانفعال عند الحيوان والإنسان" والذي تناول فيه واضعوه سلوك الحشرات والطيور والأسماك والقطط والقردة ذلك من الحيوانات الأخرى مستعينين بالعديد من الدراسات مثل دراسة سبولدنج للسلوك الغريزي عند الطيور، ودراسات جون رومانيس (١٨٤٨–١٨٩٤م) عن "الذكاء وتطوره في الحيوان. ووضح من خلال هذه الدراسات اهتمام رومانيس بالقدرات النفسية عند الحيوانات والإنسان وان الفرق الذي نلاحظه بين ذكاء الإنسان وذكاء الحيوان حسب تصوره ليس فرقاً نوعياً، وإنما هو فرق كمي. ويعزو خطأ الآخرين في تقدير هذا الفرق إلى نتائج المقارنة الحسية التي يعقدونها

بين إمكانيات الإنسان المعاصر وقدراته مع ما يقابلها لدى الحيوان حيث يقف المرء على عدد عديد من الصفات المتباينة بين موضوعي المقارنة، مما يقوده إلى الحكم لصالح وجود فوارق نوعية فيما بينها. ويرى أن الصورة تختلف كثيراً فيما لو تمت مقارنة الإنسان البدائي بالحيوانات الراقية، أو الطفل بالقرد. ففي اعتقاده أن الباحث يجد نفسه هنا أمام صفات متشابهة لدى الطرفين أكثر بكثير مما يلقاه من فروق بينهما. وهذه الأخيرة، إن وجدت، فإنها لا تتعدى حدود الكم. وللدفاع عن أفكاره جمع رومانيس عدداً ضخماً من الأدلة عن طريق ملاحظاته اليومية وملاحظات الآخرين. وإذا كان رومانيس من دعاة التشديد على التشابه والتماثل بين سلوك مختلف الأنواع، فإن خصومه قد ركزوا أبحاثهم ومقالتهم على إبراز الاختلافات والتباينات العميقة القائمة بين سلوك أفراد أي نوع حيواني ونوع آخر. ومن أبرز هؤلاء العالم الإنجليزي مورغان (١٨٥٢-١٩٣٦م) والذي عمل أستاذاً لعلم الحيوان والذي أسهم بقسط وافر في تطور علم النفس المقارن، عندما نشر كتابه عام ١٨٩٤ تحت عنوان "المدخل إلى علم النفس المقارن" والذي استخدم فيه المنهج الموضوعي والملاحظة المستمرة في جمع المعلومات عن تصرفات الحيوانات في مواقف طبيعية ومواقف مصطنعة مختلفة، وأخضع مشاهداته إلى تحليل دقيق ومقارنة تفصيلية خلص من خلالهما إلى القول بوجود وسائل نفسية متعددة تتوسط علاقة الحيوان بمحيطه، ولكنها غير كافية لتسبغ على أفعاله طابع التعقل والوعي. فالحيوان لا يتمكن من حل المشكلة التي تعترضه إلا بعد سلسلة من المحاولات يختبر من خلالها إمكانياته المتعددة على نحو اعتباطي. وفي الفترة التي رأت فيها مؤلفات رومانيس النور ظهرت أعمال أخرى في علم النفس المقارن وعلم نفس الحيوان من علماء أخرين أمثال ليبوك والذي نشر كتابه "النمل والزنابير والنحل" في سنة (١٨٨٢)، وفابر والذي ألف كتاب "مذكرات في علم الحشرات" (١٨٨٠-١٩٠٤)، وفوريل والذي ألف كتابة "تجارب وملاحظات نقدية حول الإحساس عند الحشرات" (١٨٨٧).

بعد انتشار أفكار مورغان قام العالم الألماني جاك لوب (١٨٥٩-١٩٢٤م) بدراسة سلوك الحيوانات وحيدة الخلية مستخدماً الطريق التجريبية مثل أدخال تغييرات كيميائية أو فيزيائية على بيئة الحيوان مثل تسليط ضوء قوي عليه أو رفع أو خفض درجة حرارة الماء الذي يعيش فيه أو إضافة محلول كيميائي إلى الماء أو غير ذلك من المؤثرات الفيزيائية أو الكيميائية الأخرى. وعقب مجموعة كبيرة من التجارب وضع جاك لوب نظريته المعروفة بالانتحاء (Tropisme) والتي يخلص فيها إلى ان الحيوان يستجيب للمثيرات الخارجية بصورة آلية. وقد اختلفت الآراء حول تلك النظرية إذ رحب بها البعض، ورفضها البعض الأخر، وتبناها البعض الآخر وسعى إلى تطويرها. ففي ألمانيا نادى كل من أ. بيتي وت. بير وف. إكسكويل بضرورة إعادة النظر في المصطلحات السيكولوجية السائدة واستبدالها بمصطلحات فيزيولوجية. واقترحوا في مقالتهم المشتركة "ثبت المصطلحات الموضوعية في فيزيولوجية الجملة العصبية"(١٨٩٩) إحلال مصطلح "استقبال" محل مصطلح

"إحساس" ومصطلح "تكرار" محل "تذكر" وغير ذلك من التغيرات على المصطلحات الأخرى وعللوا اقتراحهم بعدم قابلية الظواهر النفسية للدراسة العلمية الموضوعية. وكان بيتي قد طرح عام (١٨٩٨) سؤالاً جعله عنواناً لمقالته "هل يتوجب علينا أن نخلع الصفات النفسية على النمل والنحل؟". وأجاب عليه بالنفي. فسلوك النحل والنمل سلوك غريزي يتكون من سلسلة من الاستجابات الآلية المتعاقبة التي يستدعي السابق منها اللاحق آلياً عند التعرض لتأثيرات كيميائية أو فيزيائية. اما على الجانب الأخر فقد لاقت نظرية الانتحاء معارضة شديدة من بعض العلماء بسبب نزعتها الميكانيكية في تناول السلوك الحيواني ونظرتها إليه باعتباره أقل تنوعاً وأكثر تشابهاً عند مختلف الأنواع الحيوانية ومن أشهر معارضي هذه النظرية عالم الحيوان الأمريكي هـ. س. جينينغز (١٨٦٨-١٩٤٧م) والذي توصل من خلال تجاربه إلى القول باستحالة تفسير الاستجابات التكيفية للحيوانات الدنيا باستخدام المؤثرات الكيميائية والفيزيائية وذلك لأن العلاقة بين المؤثر الخارجي ورد فعل الحيوان ليست علاقة ترادف أو تطابق بل متأثرة بعوامل متممة ومؤثرة تتوسط تلك العلاقة. وكلما كان تركيب الحيوان معقد والوسط الذي يحيا فيه الكائن سريع التغير أو التحول، ازدادت تلك العوامل الوسيطة تعقيداً وتغيراً. وما دمنا بصدد الحديث عن فضل الدراسات المبكرة لسلوك الحيوان على تطور الفكر والمنهج السلوكي للأفراد، فإن الواجب يحتم علينا أن نشير إلى أعمال العالم الفرنسي هنري بيرون (١٨٨١-١٩٦٤م) والتي ناقش فيها الإحساس والذاكرة عند الكائنات الحية، ولا سيما الحيوانات اللافقاريات البحرية. ويحتل كتابه "مناهج علم نفس الحيوان" الذي صدر عام ١٩٠٤ موقع الصدارة بين تلك الأعمال. كما يلزمنا أيضاً بأن ننوه بالجهود التي بذلها مؤسس علم نفس الحيوان في روسيا ف. فاغنر (١٨٤٩-١٩٣٤م) ودراساته عن الغرائز عند العناكب والنحل وبعض الطيور، واستنتاجاته التي تعتبر دفاعاً عن النظرية التطورية الداروينية وانتصاراً لقوانينها. وقد أدي ذلك إلى انبثاق وجهات نظر عديدة قام باستعراضها العالم تنبرجن بشكل مبسط عام ١٩٥١ في كتابه المشهور " دراسة الغريزة" قام فيه بوصف مئات المؤثرات والسلوك المتوقع إلى حد كبير. وقد دفعت هذه الاستجابات السلوكية والمتوقعة لورنز وتنبرجن إلى القول بأن الجهاز العصبي للحيوانات يحتوي على وحدات أو مراكز لها القدرة على إطلاق الأفعال الثابتة عندما يتم تنبيهها بالمؤثر واطلقوا على هذا المركز "مركز آلية الأطلاق الفطرية "innate “releasing mechanism " والتي تَسلك مَسلك رسالة متحركة ومبرمجة تنطلق عند القيام بعمل عضلي وتصبح الاستجابة فعالة تماما عند أدائها لأول مرة مادام الحيوان في السن والبيئة المناسبة. ويعتقد علماء السلوك أنه في الظروف الملحة أو القابلة للتكهن قد تكون الاستجابات الأتوماتيكية والمبرمجة هي الأكثر فاعلية فالتفكير في الاستجابة الصحيحة أو تعلمها قد يستغرق وقتا طويلا ولكن المطلقات تكون ذات أفضليه إذ تركز انتباه الحيوان على الرموز المناسبة وتقوم بتمكين الحيوان من الاستجابة السريعة حيثما تكون السرعة ضرورية للبقاء على قيد الحياة. وقد لاقت المفاهيم الخاصة بالمطلقات نقدا عنيفا من قبل علماء

فسيولوجيا الجهاز العصبي حيث أحجموا عن الاعتقاد بأن آلية الأطلاق الفطرية هي مركز نوعي للخلايا العصبية وبينوا أن الجهاز العصبي المركزي يعمل كوحدة متكاملة وان عمليات عصبية أخري تلعب أيضا ادرواً مهمه في السلوك. مما تقدم يمكننا القول بأن العلوم السلوكية قد مرت بمراحل كثيرة شابها كثير من الاختلاف وكثير من الاتفاق والتطابق وقد أدي ذلك إلي ظهور العديد من المدارس السلوكية التي تتفق تارة وتختلف تارة أخري وذلك لان دراسة العلوم السلوكية ليست بالأمر الهين أو السهل فليست القضية مؤثر يتبعها استجابة ولكنها تعني ابعد من ذلك ومكنها توفر قدراً معرفياً وافراً من المعلومات عن حياة الكائن، وبيئته، وتركيبة الفسيولوجي والتشريحي، والدوافع السلوكية، ومدي تأثير الكائن الحي وتأثيره علي الكائنات الأخرى، والقدرة المتميزة علي الاستنتاج وغير ذلك من المعلومات والتي غالبا لا تتوافر للبحاثين. ولأهمية هذا الفرع من العلوم الحياتية في حياة الكائنات والأنسان فلقد منحت جائزة نوبل عام ١٩٧٣ لثلاثة علماء من رواد علم سلوك الحيوان وهم كارل فون فرتش وكونراد لورنز ونيكوتبرجن وقد جاء في حيثيات المنح أنهم نالوا الشرف لدورهم الرائد في مجال علم سلوك الحيوان الحديث.

الفصل الأول

أقسام علم السلوك

مقدمة: تتفاعل الكائنات المختلفة سواء كانت حيوانية أو نباتية مع العديد من المؤثرات سواء كانت مؤثرات خارجية مثل الضوء والصوت والحرارة والرائحة أو مؤثرات داخلية مثل الجوع أو الخوف أو العطش بطريقة إيجابية أو سلبية بحيث تؤدي استجابته النهائية إلي المحافظة علي حياته وتوفير رغباته. وهناك من السلوكيات التي تتواجد مع الكائن منذ حياته الأولي وهناك مجموعة أخري من السلوكيات تتطور وتنمو مع الكائن وتطور حياته فجميع الحيوانات تبدأ حياتها صغيره في الحجم والفهم ثم تتطور قدراتها الداخلية والتفاعلية فيتميز منها الذكر والأنثى ليصل إلى طور البلوغ بعد أن تعتريه عوامل فسيولوجية عديدة فيشعر بأن من واجبه المحافظة على أبناء جنسه والتفاعل مع بيئته والعوامل المؤثرة سواء كانت سلبية أو إيجابية للمحافظة علي النوع والبقاء وعدم الفناء فتجده في بعض المواقف يتحرك إيجابية وفي موقف أخري يكون تحركه سلبيا وتختلف طريق الاستجابة هذه اختلافا بينا طبقا لإمكانيات الكائن الحر وتركيبه ومدي تطور جهازه العصبي، ويتم هذا عن طريق التنوع في الأنماط السلوكية والتي قد تكون فطرية أو مكتسبة والتي تنمو مع العمر مثل السلوك العدائي وسلوك التكاثر، ومنح الرعاية للصغار أو الأخرين، والسلوك الاجتماعي وهو غاية كل حيوان مهما اختلفت منزلته ومرتبته ففيه الوسيلة التي تصل بها حياة الحيوان إلى الاستقرار والبقاء. وبناء علي ما تقدم يمكن تقسيم السلوك بوجه عام إلي شقين رئيسيين:

أولا: سلوك فطري " غريزي " instinctive behavior:

السلوك الغريزي سلوك وهبه الله عز وجل للكائن الحي غير متأثر بتجربة أو خبرة سابقة وهو سلوك مشترك بين جميع أفراد النوع الواحد .ومن أمثلة السلوك الفطري سلوكيات صغار بعض أنواع الحيوانات مثل صغير الغزال الذي يستطيع المشي بعد الولادة مباشرة وصغار البط التي تستطيع السباحة بعد الفقس. فالسلوك الغريزي سلوك موروث أكثر من كونه مكتسبًا ولذلك يمكننا أن نصف الشخص الذي يميل إلى العراك دومًا بأنه ذو شخص ذو غريزة عدوانية. ولكن هذا الشخص لم يُولد ومعه رغبة القتال. ولو أتيحت له بيئة منزلية أو مدرسية مختلفة لما تطوّرت عنده تلك الخاصية. وقد أطلق العلماء مصطلحي سلوك غريزي على النشاط الذي لا ينطوي على خبرة أو تعلم. ولكي تكون الخاصية السلوكية غريزية حقًا، فإنها ينبغي أن تكون نمطية عند معظم أفراد النوع من الجنسين أو أحدهما. ويلعب السلوك الغريزي دوراً هاما في حياة الكائن فعليه يعتمد البقاء خاصة في المراحل الأولي من الحياة فلكي ينمو الحيوان نموًا طبيعيًا، لابد أن يصبح على اتصال بالمثيرات الدافعة. فالغريزة سلوك موروث أكثر من كونه مكتسبًا. يمكن أن نصف الشخص الذي يميل إلى القتال دومًا

بأنه ذو غريزة عدوانية. ولكن هذا الشخص لم يُولد ومعه رغبة القتال. ولو أتيحت له بيئة منزلية أو مدرسية مختلفة لما تطوّرت عنده تلك الخاصية. ويطلق العلماء مصطلحي غريزة وسلوك غريزي على النشاط الذي لا ينطوي على خبرة أو تعلم. ولكي تكون الخاصية السلوكية غريزية حقًا، فإنها ينبغي أن تكون نمطية عند معظم أفراد نوع حيواني، من الجنسين أو أحدهما.

كيف يعمل السلوك الغريزي:

معظم السلوك الغريزي مدفوع بمثير. أي بشيء يجعل الحيوان يتصرف على نحو معين. فمثلاً، يعرف العلماء أن ذكر السمك ذي الثلاث شوكات، يبدأ بمغازلة الأنثى حين يرى بطنها المنتفخ. وفي التجارب المخبرية، تغازل هذه الذكور النماذج الكرتونية أيضًا، ولكن فقط حين تكون هذه النماذج منتفخة البطون.ومن أمثلة المثيرات الدافعة بطن الأنثى المنتفخ وبطن الذكر الأحمر، فأنثى السمك ذي الثلاث شوكات تخضع لجاذبية بطن الذكر حين يكون أحمر فاقعًا. وتتبع الإناث أيضًا الذكور غير المكتملة النمو ذات البطون الحُمر، أكثر مما تتبع نماذج الذكور المكتملة النمو التي لا تتصف بحمرة البطون. ومن العوامل المؤثرة أيضا التغيرات الهرمونية التي تنتج بفعل غدد الجسم الصماء. فمثلاً تؤثر التغيرات الموسمية لدرجة ضوء النهار، في غدد بعض أنواع الطيور، فتفرز الغدد سوائل تُدعى الهورمونات. ويحفز التغير في كمية الهورمونات المفرزة الطيور إلى الهجرة. وإذا لم تفرز الغدة هورمونًا معينًا بشكل صحيح فقد يعجز الحيوان عن القيام بالسلوك الغريزي المرتبط بذلك الهورمون. وبعض الغدد تنتج هورمونات في مرحلة معينة من حياة الحيوان فقط. فالغدد الجنسية، مثلاً، لا تؤدي وظيفتها كاملة في الحيوانات صغيرة السن. وتحدد الغريزة سلوك الحشرات والعناكب والقشريات، مثل سرطان البحر إلى حد كبير. ولا تستطيع هذه الحيوانات أن تتعلم إلا القليل، وهكذا يعتمد بقاؤها على أنماط السلوك الغريزية. أما الحيوانات الأرقى، مثل السمك والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات، فإنها تستطيع أن تتعلم أكثر. ثم إنها تعدل سلوكها الغريزي بالتعلّم. فالأفرُاخ الصغيرة، مثلا، تنكمش بلا حراك عند ظهور أي جسم فوقها، حتى لو كان مجرد ورقة شجر ساقطة. وكلما ارتقى الحيوان ازدادت مقدرته على التعلّم وقل اعتماده على الغريزة. فالسمك يتصرف بتأثير الغريزة أكثر من الطيور، والطيور تؤدي أفعالاً غريزية أكثر من الثدييات. وعند بني الإنسان يبتسم الأطفال ويرضعون غريزيًا. ولكن حين يكبرون تصبح معظم أفعالهم مكتسبة. وسوف نستعرض فيما يلي بعض من السلوكيات الغريزية.

البيات الشتوي Hibernation:

تلجأ بعض الحيوانات مثل البرمائيات وبعض الحيوانات الثدية إلى ما يعرف بالبيات الشتوي وتحدث هذه الحالة غالبا في فصل الشتاء فعندما تنخفض درجة الحرارة الخارجية انخفاضاً كبيرا وتقل مصادر الغذاء أو تنعدم. ولتفادي مثل هذه الأحوال البيئية السيئة والمحافظة على الحياة تلجأ هذه المجموعة من الحيوانات في

الدخول في حالة ثبات بعد ان تنزوي في جحر من الجحور أو تحت صخرة من الصخور معتمدة على ما يدخر في الجسم من مواد دهنية للحصول على الطاقة، وتستمر هذه الحالة حتى تتحسن الظروف البيئية فيخرج الحيوان من مخبئه ويمارس حياته الطبيعية. وهكذا تتكرر هذه الظاهرة في حياة الحيوان كل عام ولذلك نلاحظ اختفاء هذه الأنواع في فصل الشتاء وعندما يأتي الربيع وتتحسن الظروف البيئية تعود هذه الكائنات إلى نشاطها الطبيعي من جديد.

الخمول الصيفي Estivation:

تلجأ بعض الحيوانات مثل الزواحف إلى الخمول الصيفي لتواجه به الارتفاع الشديد في درجة الحرارة في الصيف خاصة في وقت الظهيرة فعند الارتفاع الشديد في درجات الحرارة ونقص كمية المياه والأمطار خاصة في المناطق الصحراوية، تلجأ الحيوانات إلى السكون والاختباء في جحور رطبة ومثال ذلك بعض الزواحف والجربوع، والضب، القوقع الصحراوي.

الهجرة Migration:

تمثل الهجرة أحد أنواع السلوك الغريزي التي تتوارثها الحيوانات من جيل إلى جيل وتلجأ الحيوانات للهجرة لأسباب عديدة منها تغير الظروف البيئية كانخفاض درجة الحرارة في الموطن الذي تعيش فيه وعدم القدرة علي تحملها لذا تهاجر إلى مواطن أخري أكثر دفئا وغذاء كما يهاجر البعض الأخر بحثا عن الشريك المناسب للتزاوج. ويستخدم علماء الأحياء مصطلح الهجرة لوصف العديد من التحركات في حياة الحيوان أو الأنسان. ويعتبر بعض علماء الأحياء ان الرحيل بدون عودة هجرة (migration) وكذلك الرحيل لفترة ما ثم العودة إلي نفس الموطن شكل من أشكال الهجرة (emigration)، ففي الهجرة ترحل بعض الحيوانات من موطنها إلى مكان أخر باحثة عن ظروف معيشية أفضل ولذلك يُعَرِّف غالبية علماء الأحياء الهجرات بأنها تحركات دائرية منتظمة تقوم بها الحيوانات بين منطقتين، توفر كل منهما ظروفًا معيشية أفضل من الأخرى. ولا تقتصر الهجرة على بيئة معينة فقد تحدث على الأرض في الحيوانات البرية أو في الماء في الحيوانات البحرية أو في الهواء مثل الطيور. وقد تكون الهجرة لمسافات قصيرة قد تصل إلى عدة كيلومترات فقط مثل هجرة الضفادع وقد تكون بألاف الكيلومترات مثل هجرة بعض الطيور. وللهجرة في حياة الحيوان أسباب عديدة، منها الاستفادة من بيئة أخري ذات وفرة في الغذاء أو للاجتماع مع الجنس الأخر للتزاوج أو غير ذلك من الأسباب أو الدوافع الأخرى. فمثلاً يَكْثُرُ الغذاء في بعض مناطق العالم في فصل الصيف ولكنه يقل أو ينعدم خلال أشهر الشتاء الباردة وعليه تهاجر كثير من الحيوانات التي تعيش في الأماكن الباردة إلى المناطق الأكثر دفئًا خلال فصل الخريف، لكنها تعود إلى موطنها الأصلي في الربيع حيث يصبح الجو أكثر دفئًا والطعام أكثر وفرة. وقد تهاجر الحيوانات رغبة في التكاثر وتُوَفِيّرُ بيئة ذات فُرَصِ أفضل لحياة الصغار. فالطيور المهاجرة تتكاثر في ملاجئها الصيفية

حيث الغذاء المتوفر، بينما تهاجر الحيتان الحدباء من مناطق تغذيتها القطبية لتلد في المياه المدارية أو شبه المدارية الدافئة. وهذه المياه توفر القليل من الطعام للحيتان الكبيرة ولكن الصغار لا تتحمل برودة المياه القطبية.

تبدأ الهجرة عند معظم الحيوانات مع بداية حلول الظروف البيئية غير المواتية ولذلك يمكن القول ان الهدف الأساسي لهذه الحيوانات هو البحث عن بيئة أفضل للمعيشة والبعد عن البيئة الغير مناسبة، إلا أنه من الصعوبة تفسير دواعي الهجرة في بعض أنواع الحيوانات الأخرى التي لا تواجه بمثل هذه التغيرات المناخية. فقد تغادر كثير من الطيور المهاجرة مشاتيها في المناطق المدارية رغم أن الظروف مازالت ملائمة لبقائها هناك. ولذلك قد يكون الدافع للهجرة عند هذه الطيور هو التغييرات الموسمية. وتُوَضِّحُ التجارب أن الزيادة في طول ساعات النهار سبب من أسباب هجرة العديد من الطيور، حيث تؤدي الزيادة في ساعات النهار في الربيع إلى إطلاق هورمونات معينة في أجسام تلك الطيور تدفعها للاستعداد للهجرة شمالاً. وبجانب التغيرات البيئية فقد يكون لكثير من الحيوانات المهاجرة موسميًا تقويم مبرمج أودعه الله في أجسامها يُخَبِّرُها متى تهاجر. وسوف نستعرض فيما يأتي أهمية الهجرات في الحيوانات المختلفة.

الهجرة عند الحشرات:

قد يعتقد الكثيرين ان الحشرات لصغر حجمها لا تستطيع الهجرة والحقيقية عكس ذلك تماما فبعض الحشرات مثل ذبابة التنين يمكنها الهجرة لمسافات كبيرة حيث تعبر من القارة الهندية عبر المحيط الهندي حتي تصل إلي شواطئ أفريقيا باحثة عن الدفيء والغذاء كما تستطيع بعض الأنواع الأخرى مثل الجراد الهجرة لمسافات كبيرة من القارة الأمريكية حتي شواطئ أفريقيا مارة عبر المحيط الأطلنطي في مجموعات كبيرة باحثة عن مصد للغذاء ومكان دافئ يمكنها من خلاله وضع بيضها، كذلك تهاجر كل عام الملايين من الفراشات الملكية كبيرة الحجم (شكل ٩٤) من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا وذلك لقضاء فصل الشتاء علي سفوح الجبال وسط المكسيك، وتنتشر أيضاُ عبر أمريكا الشمالية حتي منطقة البحيرات في فترة الصيف قبل حلول الشتاء والذي يضطرها إلى الاتجاه جنوباُ، إلى المكسيك، مما يوضح أن الرغبة في الهجرة فطرية وليست مكتسبة. والفراشات في هجرتها تشبه رحلات الهجرة العادية في الحيوانات، ولكن تبلغ المسافة التي تقطعها بعض الفراشات في هجرتها ١٢٥٠ ميل من جبال روكي إلي مناطق في المكسيك خلال الشتاء. وتستفيد الحكومة المكسيكية من هجرة هذه الفراشات حيث تقوم بتنظيم الرحلات السياحة إلى مناطق تجمع الفراشات بحيث تكون مزارًا سياحياً رائعاً يستمتع فيه السياح بتصوير تجمعات الفراشات على الأشجار وحول برك المياه. والغريب أن كل أنواع الفراشات تهاجر في جميع الدول ولكنها في أمريكا الشمالية تهاجر مسافات أكبر حيث أن فراشات الملكة لا تحب الطقس البارد فحينما تبدأ برده الطقس في الشمال تقوم الفراشات بالهجرة إلى الغرب أو الجنوب لمناخ أكثر دفئاً. ولا يزال العلماء لا يعرفون كيف تستطيع الفراشات العودة كل سنة لنفس المكان

رغم أنهم لا يعرفونه من العام الماضي ولكن بعض الأبحاث تعتقد أنها تستخدم المجال المغناطيسي للأرض لتوجيه نفسها والتعرف على أماكن الرحلة و الجدير بالذكر أن هذه الأيام تواجه الفراشات الملكة بعض المخاطر حيث أن نباتات الصقلاب التي تتغذى عليها بدأت في التناقص كما أن تغير المناخ يؤثر على هجرتها وأجيالها كما أن العلماء يخافون عليها من الكوارث الطبيعية.

الهجرة عند الأسماك:

لعل السلمون من أشهر الأسماك التي تهاجر إلى أعالي الأنهار ليتكاثر ثم يموت. وتخرج اليرقات من البيوض وتبدأ الهجرة المعاكسة نحو البحر حيث الغذاء الوافر. وتتميز هذه الأسماك بقدرتها على التغلب على ما تكتنفه هجرتها من تغيرات كبيرة في الملوحة. وهناك من الأسماك ما يهاجر بغاية التكاثر والتغذي. وهناك هجرات تحرض عليها درجات الحرارة، مثل رحيل أسماك البحيرات من السطح إلى الأعماق في الشتاء بحثاً عن الدفء. وترتبط الهجرة بقابلية السمكة للتجمع في سرب. وتظهر هذه القابلية منذ أن تكون السمكة يرقة وتتطور مع نموها. وحين تصل هذه إلى طول ١٠مم يتم تكوين سرب له خواص مشتركة. أكد علماء الأحياء أن أسماك قرش من فصيلة "الليمون" تتمتع بخاصية تعلم مهارات سلوكية اجتماعية عن طريق التواصل مع أقرانها. واستطاع فريق من العلماء أجراء مقارنة لأداء أسماك القرش الصغيرة عديمة الخبرة حال اتصالها بأقران لها خضعت للتدريب وأخرى لم تخضع للتدريب. وأظهرت نتائج الدراسة أن سلوك أسماك القرش من هذا النوع مع أقرانها المدربة عززت مهارات سلوكية اتسمت بالسرعة والنجاح. وتعد هذه الدراسة الأولى التي تتناول مجال تعلم السلوك الاجتماعي في بيئة الأسماك الغضروفية. وقال تريستان جوتريدج، مدير محطة "بيميني" لعلوم الأحياء والمشرف على الدراسة، التي نشرتها دورية (جورنال اوف انيمال كوجنيشن): "أعتقد أن نتائج الدراسة رائعة". وأضاف أن النتائج تشير "إلى أن أسماك قرش الليمون الصغيرة بإمكانها تعلم سلوكيات اجتماعية حال تواصلها مع بعضها. جاءت نتائج الدراسة بناء على تجارب اعتمدت على ملاحظة أداء أسماك القرش الصغيرة في حظيرة مائية للأسماك. وضع العلماء في الحظيرة المائية "مؤشر منطقة" يعمل كنقطة بداية، في حين وضعوا في ركن أخر "مؤشر هدف" يحتوي على علامتين باللونين الأسود والأبيض، يقتصر على العلماء وحدهم التعامل معها بتغطيتها أو كشفها. وعندما تسبح أسماك القرش إلى مؤشر المنطقة، يبرز مؤشر الهدف، وعند السباحة إلى منطقة الهدف والاصطدام بالعلامتين، تحصل الأسماك على قطعة من أسماك (الباراكودا) التي تلقى داخل الحظيرة المائية. ويجري العلماء التجربة بإخضاع مجموعة من أسماك القرش "المدربة" لأداء هذه المهمة السلوكية ست مرات كل دقيقة، في حين تترك مجموعة أخرى يطلق عليها "المجموعة الزائفة" دون إخضاعها لتدريب. بعد ذلك تحدث مزاوجة بين أعضاء المجموعتين ثم تترك داخل الحظيرة مع مراقبة وتصوير التغيير الذي يطرأ على سلوك الأسماك. وقال جوتريدج "يُظهر التصوير أسماك القرش التي تمثل المجموعة

المدربة وقدر ما تكنه من اهتمام بشأن المناطق الخاصة والتحرك بين هذه النقاط." وأضاف "من الواضح جليا أن هذه الأسماك تتعلم سلوكيات اجتماعية من اقرأنها، كما أن السلوك المكتسب لدى المجموعة المدربة يحفز الاهتمام لدى المجموعة الأخرى (غير المدربة). وعمدت الدراسة بعد ذلك إلى عزل تلك الأسماك التي كانت لاحظت سلوك المجموعة المدربة لتحديد سلوكها بمفردها. وتوصلت الدراسة إلى أن الأسماك الصغيرة التي رافقت "أسماك القرش المدربة" أكملت عددا أكبر من التجارب بصورة أسرع من اقرأنها من قرينتها غير المدربة.

يشتهر سمك السلمون بكونه أحد أهم المصادر الغذائية بالنسبة للإنسان، وينصح خبراء التغذية بتناوله بصفة دوري لاغتنام الفوائد العظيمة له، فتناول السلمون يقي من الإصابة بأمراض خطيرة مثل السرطان وأمراض القلب، وذلك بفضل ما تحتوي عليه لحومه من عناصر غذائية هامة وأخري نادرة ، مثل أحماض أوميجا-٣ الدهنية وفيتامين د الذي لا يتوفر إلا بأنواع قليلة من الأطعمة، ونجد السؤال دائم التكرار فيما يخص سمك السلمون: هل هو من أنواع الأسماك البحرية أم النهرية؟، وهذا السؤال لا يمكن الإجابة عليه إذ أن سمك السلمون لديه القدرة على العيش بكلاهما، وهو ليس له خيار في الأمر إنما يُفرض عليه الانتقال من هذا إلى ذاك والعكس، كي يقوم بعملية وضع البويضات والتكاثر. سمك السلمون البالغ يحيا في المياه المالحة بالمحيطات والبحار، لكن مع قدوم فصل الخريف الذي هو موسم التزاوج والتكاثر بالنسبة لهذه الأسماك، ينتقل كل من ذكور السلمون وإناثه إلى مياه الأنهار العذبة، وغالباً ما يكون انتقالهم هذا إلا ذات البقعة التي ولدوا فيها، ومع مع وصولهم إلى النهر وتحديداً إلى قاعه السفلي تبدأ عملية التكاثر، إذ تقوم إناث السلمون بوضع آلاف البويضات داخل إحدى الحفر بقاع النهر، ثم يحين دور الأسماك الذكور في تلقيح هذه البويضات بإفرازاتها، وبعد إتمام عملية تلقيح البويضات يحين وقت الخطوة الأخيرة الموكلة إلى الأنثى، فتقوم بتغطية الحفرة التي تحتوي على البويضات لحمايتها من مختلف الكائنات البحرية الأخرى. يستغرق بيض السلمون حوالي ١٠٠ يوماً قد تبدأ عملية التفقيس، خلال هذه الفترة تبقى أسماك السلمون الصغيرة حية داخل البيض، ويتوفر لها الغذاء من خلال السائل اللزج الذي يحيط بها داخل البيضة، أما عملية تفقيس البيض فهي تتم مع بداية حلول فصل الربيع، وحينها يخرج صغار السلمون من البيض إلى النهر ليكملوا مراحل النمو الأخرى. قدرة سمك السلمون على الحياة داخل المياه المالحة هي قدرة مكتسبة، أي أن أسماك السلمون لا تخرج من بيضاتها قادرة على ذلك، ولهذا فأنها تعيش في البيئة العذبة الآمنة بالنسبة لها لمدة تتراوح ما بين سنة إلي ثلاث سنوات، حينها تكون السمكة قد نمت وبلغ طولها حوالي ١٥ – ٢٠ سم، وتكون قد اكتسبت المقومات التي تمكنها من مواجهة مياه المحيطات المالحة، وسبب انتقالها لها هو أن الموارد الغذائية تتوفر في المحيطات والبحار بنسبة أكبر من الأنهار، ولا تعود هذه الأسماك إلى الأنهار مجدداً إلا لوضع البيض وتكرار ذات العملية. (شكل٩٥).

الهجرة عند البرمائيات:

عندما تصل الضفادع لسن البلوغ، تتجمع بالقرب من بحيرة، أو جدول ماء، علما بأنها تفضل التزاوج في مواطنها، وأماكن توالدها، وهو ما يؤدي لحدوث هجرة جماعية نحو هذه المواطن تشمل آلاف الأفراد من الضفادع، كل يريد إيجاد شريك تزاوج. عند وصول الضفادع لأماكن التزاوج، يصدر الذكر صوت نقيق، تنجذب اليه الأنثى التي من نوعه، والأنثى بدورها تستطيع تمييز الذكر الذي من نوعها، في حين أن بعض الأنواع من الضفادع، لا تستطيع ذكورها إصدار نقيق، فتقوم بمضايقة ومنع الإناث من الاقتراب من الضفادع ذوات النقيق. تتكاثر الضفادع، بواسطة الإخصاب خارجي، إذ أن الذكر خلال عملية السفاد، يعتلي ظهر الأنثى، بطريقة تسمى زواج تراكبي، ويحكم القبض عليها بأطرافه، فتغوص الضفدع به في الماء، وتبدأ في وضع بيوض لونها بني أو أسود، بينما تنفلت حيوانات الذكر المنوية في الماء، حيث تقوم بتخصيب البيض، وبعد الأخصاب تأخذ البيضة في النمو، وتطرأ زيادة على حجمها، كما ينمو لها غطاء حماية يشبه مادة الجيلاتين. تتزاوج الضفادع، في الفترة ما بين نهاية الخريف والربيع، وهي الفترة التي تكون حرارة المياه منخفضة نسبيا، بمتوسط٤–١٠ درجة حرارة مئوية، وهي الدرجة المناسبة لنمو وتطور الشراغف، إذ أن الأكسجين يكون تركيزه أكثر في المياه الباردة، ويكون الطعام متوفرا في هذه الفترة (شكل ٩٦).

الهجرة عند الزواحف:

السلاحف شأنها شأن باقي أقرانها من الزواحف، سواء كانت مائية أو برية فهي تتكاثر بوضع البيض، عندما يحين فصل الصيف وهو موسم التزاوج الخاص بها تهاجر الإناث إلي الشواطئ الرملية، خاصة في الأماكن الهادئة و غير المأهولة، فالسلاحف البحرية تهاجر لمسافة قد تصل إلى ٣٠٠ كم حتى تضع بيضها، تقوم الإناث بالخروج للشواطئ ليلاً لعمل حفر في الرمل ثم تقوم بوضع بيضها، السلحفاة البرية تضع ما يقارب ٣٠ بيضة، أما البحرية فقد يصل عدد بيضها إلي مائة بيضة في المرة الواحدة، تقوم الأنثى بوضع البيض عدة مرات قد تصل إلي أربعة في الموسم الواحد، بعد أن تنهي الإناث من وضع البيض تقوم بردم هذه الحفر وتركها عائدة أدراجها مرة أخري، فعلي الرغم من هذه المسافة التي تقطعها لوضع البيض، إلا أنها لا تبقي لحمايته أو رعاية صغارها بعد الفقس، بل تكتفي فقط باختيار مكان آمن لوضع البيض ثم تترك الصغار يواجهون الحياة ويعتمدون على أنفسهم. يفقس البيض بعد حوالي شهرين إلي أربعة أشهر من فقسه، تكون الصغار محاطة في البداية بكيس صغير يسمي كيس المح والذي يؤمن للصغار الحماية والغذاء لمدة أقصاها سبعة أيام تصبح بعدها الصغار قوية بما يكفي للاعتماد على أنفسها (شكل ٩٧).

الهجرة عند الطيور:

وأنت تسبح ببصرك في الفضاء الفسيح "قد تستوقفك أسراب الطيور المهاجرة وتشعر بأن هناك أسرارًا كثيرة تكمن وراءها، لا تملك لها تفسير فتكتفي بأن تقول. سبحان من أبدع وسوى. ففي فصول الربيع والصيف ينطلق ثلث أنواع الطيور في العالم سابحة في الفضاء ومهاجرة في رحلات مختلفة المسافات والاتجاهات، فالطيور في نصف الكرة الشمالي تسلك مسارًا شماليًا جنوبيًا في الخريف، وتسلك الاتجاه المعاكس في الربيع، وتهاجر الطيور من شمال أوروبا إما عبر تركيا أو مضيق جبل طارق متجهة إلي جنوب أفريقيا وتحدث الهجرة في أسراب كبيرة قاطعين مسافات هائلة عبر الصحاري وقمم الجبال العالية والمحيطات. ومن الغريب أن بعض من هذه الطيور قد تستمر بالطيران بدون انقطاع لمدة زمنية قد تصل إلى ١٠٠ ساعة، ليلا ونهارا، دون توقف توجها منظومة دقيقة لتحديد الاتجاهات بدون طعام أو ماء. ومن الغريب ان وصول هذه الطيور إلى هدفها يتطابق مع الوقت التي وصلت فيه في العام السابق مما يدل علي ان هناك ساعة بيولوجية دقيقة تتحكم في حركتها علي الرغم من طول المسافة التي تقطعها والتي قد تصل إلى ٥٠ الف كيلومتر في السنة.

تمثل الجزيرة العربية وبعض مناطق القارة الأفريقية احد المعابر الأساسية لهجرة العديد من الطيور خلالها موسمي الربيع والخريف، وتقضى الشتاء فى المناطق الدافئة مما يجعلها معابر رئيسية لهجرة الطيور. اما عن أسباب هجرة الطيور فهي متنوعة فقد تهاجر الطيور للبحث عن ظروف معيشية أفضل ومناخ للراحة والاستجمام أو للتزاوج والتوالد أو كليهما. ولا تنتظر الطيور بالطبع قله الطعام حتى تطير وألا فإنها لن تستطيع أن تقطع مثل هذه المسافات بدون الطاقة اللازمة. فبعض الطيور تضاعف من وزنها قبل السفر مثل الطيور المغردة وتخزن الدهون تحت الأجنحة. أما الطيور الكبيرة الحجم كالإوز فهي لا تستطيع أن تزيد من وزنها إلا قليلا وإلا فلن تستطيع الطيران وبواعث الهجرة مزيج من النشاط الهرموني والبواعث الخارجية كالتغيرات المناخية. النشاط الهرموني يختلف بتغير طول النهار نسبة إلي الليل كعلامة مميزة للفصول الأربعة وفي تجارب مثيرة لاحظ العلماء أن بعض الطيور قد تصاب بالقلق والاضطراب قرب ميعاد الهجرة نتيجة للتغيرات الهرمونية والهجرة في الطيور فطره ربانية وغريزة وراثية فالطيور الصغيرة تهاجر بنجاح دون مساعدة الطيور الكبيرة ذات الخبرات السابقة كأن خريطة ثابتة قد رسمت علي جيناتها وكما ذكرت مجلة "العلوم أون لاين". وقد عرضت المجلة تجربة فريدة قام به العلماء الطيور المغردة النمساوية والتي تهاجر باتجاه الجنوب الشرقي بالطيور المغردة الألمانية والتي تسلك الاتجاه الجنوبي الغربي في هجرتها إلى إفريقيا. وكانت النتائج مدهشة فالطيور الصغيرة الناتجة عن التزاوج سلكت طريقاً وسطاً بين طرق الآباء. وهو طريق يمر بها عبر جبال الألب الوعرة لم يسلكه الآباء من قبل. ويساعدها في ذلك قوة الإبصار والمجال الواسع للرؤية وقدرتها علي تحديد بعض المعالم الأرضية كالتلال والوديان أو الأنهار والجبال لذلك تسافر بعض الطيور الملازمة للأرض

بمحاذاة شواطئ البحار والمحيطات. كما يمكننا القول بأن موقع الشمس وغروبها من أهم الطرق الخاصة بالطيور التي تفضل الهجرة بالنهار كما تستخدم الطيور المهاجرة ليلا مواقع النجوم لتبين طرق رحلاتها. كما تستطيع الطيور التعرف علي طريقها بحسابات لها مع المجال المغناطيسي للأرض ويعترف العلماء، رغم ما توصلوا إليه من استنتاجات أنهم ما زالوا لا يعرفون إلا القليل عن هجرة الطيور وأن أمامهم مشوار طويل من الأبحاث لمحاولة فهم الظاهرة (شكل ٩٨).

الهجرة عند الثدييات:

يعمد الكثير من أنواع الثدييات إلى الهجرة الموسمية للحصول على غذاء أفضل أو لتفادي قسوة المناخ أو لتحقيق كلا الغرضين معًا. فمثلاً تهاجر خفافيش أمريكا الشمالية وأوروبا نحو الجنوب عند كل خريف، حيث يتعذر وجود الحشرات التي تتغذى بها خلال شتاء الشمال البارد. كما تهاجر حيوانات الحمر الوحشية من أفريقيا بحثًا عن الحشائش الخضراء أثناء موسم الجفاف السنوي. وكثير من أنواع الغزلان التي تعيش في المناطق المعتدلة تقضي الصيف في المنحدرات الجبلية، ثم تنتقل في الشتاء إلى الوديان حيث تزيد أماكن الإيواء ويقل عمق الجليد. اما عن أسباب الهجرة فهي متنوعة فقد تهاجر بعض الثدييات إلى منطقة ما لتتخذها مقرًّا للولادة أو التزاوج. فمثلاً تسبح الحيتان الرمادية في الخريف من مياهها القطبية الشمالية التي تتغذى فيها إلى مياه أكثر دفئًا بعيدًا عن الساحل الشمالي الغربي لبلاد المكسيك. ويقل غذاء الحيتان أو ينعدم في تلك المياه الدافئة، ومع ذلك يهاجر إليها الحيوان لضمان معيشة صغاره التي لا يمكنها العيش في المياه القطبية الشمالية الباردة. وقد تكون الهجرة لمسافات محدودة أو لمسافات بعيدة ومن اشهر أطول أنواع الهجرات في الثدييات ما تم تسجيله لأنثى الحوت الرمادي حيث قطعت مسافة ١٤ ألف ميل تقريبا للهجرة من موطنها في المياه الروسية إلى السواحل المكسيكية والعودة مجددا، لتكون بذلك صاحبة أطول هجرة لحيوان ثديي على وجه الأرض حيث انطلقت من جزيرة سخالين في روسيا لتقطع المسافة في ١٧٢ يوما وتصل إلى شبه جزيرة باخا بالمكسيك، حيث رصد فريق علمي رحلتها عبر أجهزة تتبع بالأقمار الصناعية. ومن أمثلة الثدييات المهاجرة الجاموس البري والذي يعد من البقريات الإفريقية الضخمة حيث يشهد معبر نهر مارا العظيم سنويا أكبر هجرة للحيوانات البرية على الإطلاق، هجرة دخلت قائمة "عجائب الدنيا السبع الجديدة"، ينتقل خلالها أكثر من مليوني حيوان بري من الحديقة الوطنية في تنزانيا إلى مزارع أكثر اخضرارا في كينيا خلال الفترة ما بين يوليو إلى أكتوبر ونظرا لكثرة أعداد الحيوانات في هذه الرحلة يطلق عليها الباحثون "الهجرة الكبرى" وهي رحلة محفوفة بالمخاطر، إذ تضطر مئات الآلاف من الحيوانات البرية عبور أكبر المعابر البرية وأكثرها إثارة وخطورة، وهو معبر نهر مارا الملقب بـ"نهر الموت" والذي يجري في كل من كينيا وتنزانيا الإفريقيتين، ويعتبر المعبر الرئيسي لمئات الآلاف من حيوانات الجاموس الإفريقي والحمار الوحشي والغزلان وهي رحلة تخوضها الحيوانات بحثا

عن الغذاء والماء. وتقضي الحيوانات عدة شهور خلالها في سهول تنزانيا قبل أن تصل إلى نهر مارا العظيم. وعند وصولها إلى النهر تجتمع عشرات الألوف من الحيوانات البرية على حافته في انتظار عبوره، وقد يطول انتظارها لعدة أيام إلى حين وصول أعداد كبيرة وبذلك يتزايد عددهم باستمرار. وعند وصول الجميع تختار الحيوانات نقطة الانطلاق والتي تكون عادة منطقة منخفضة ذات مياه هادئة نسبيا إلا أنها في بعض الأحيان تضطر لاختيار أماكن انتحارية وتغرق بالمئات. ومعبر "مارا" هو العقبة الكبرى الوحيدة التي تواجهها الحيوانات أثناء رحلتها، إذ تموت الآلاف منها دوسا أو غرقا أو تصبح فريسة للتماسيح التي تنتظر "الهجرة الكبرى" بفارغ الصبر، كما أن منطقة ماساي مارا المحيطة بالنهر تضم أكبر عدد من الأسود في العالم والتي تشكل خطراً كبيراً على الحيوانات البرية بغض النظر عن الحيوانات الأخرى الآكلة للحوم والمنتشرة بكثرة في المنطقة منها الضباع والنمور والفهود التي تطارد الحيوانات البرية خلال محاولتها عبور الضفة الأخرى من النهر. يشار إلى أنه في كل عام يهاجر نحو ١.٥ مليون جاموس إفريقي و ٣٠٠ ألف حمار وحشي مع مجموعة كبيرة من الظباء بحثا عن الطعام والماء في رحلة طويلة محفوفة بالمخاطر تسفر عن مقتل حوالي ٢٥٠ ألف منها (شكل ٩٩).

سلوك الرعاية الأبوية:

معظم الحشرات والأسماك والبرمائيات والزواحف لا تُعير ذريتها اهتماما كبيرا. لكن هنالك بعض الاستثناءات الجديرة بالذكر. فثمة معيل غير متوقَّع هو تمساح النيل المخيف. فهذا الزاحف البارد الدم يُظهر مقدارا لافتا للنظر من العناية الأبوية. فبعد ان تضع الأنثى البيض في الرمل الحار، يبقى الوالدان قريبَين من البيض ليحميا ذريتهما المقبلة. وعندما توشك بيوض التماسيح ان تفقس تبدأ الصغار بالتصويت، مبلغةً الأم ان تكشف عن البيض. بعد ذلك تشرع الأم، باستخدام فكَّيها القويَّين، في جمع صغارها برفق وحملها إلى حافة المياه لغسل الرمل عنها. ويُعرَف أيضا عن التمساح الأب انه يأخذ الصغار إلى الماء ليغسلها. وطوال عدة أيام، تبقى الصغار قريبة من أمها في الماء وتتبعها كصغار البط. وهكذا تستفيد من قوة أمها الهائلة لحمايتها. والمدهش ان بعض الأسماك تُعتبر هي أيضا والدا صالحا. فمعظم اسماك البُلْطي (tilapia)، وهي اسماك نهرية، تضع بيضها ثم تخزنه في فمها لحمايته. بعد ان يفقس البيض، تسبح الصغار البالغة الصغر بحرية لكنها تبقى قريبة من والديها. وإذا دنا خطر ما، يفتح الوالدان فمهما والوسع لتدخل الصغار وتختبئ. وبعد زوال الخطر، تخرج الصغار وتستأنف نشاطها الطبيعي. وللنمل والنحل، ميل رائع أيضا إلى الاعتناء بصغاره وحمايتها. وتُعرَف هذه الحشرات بالحشرات الاجتماعية، إذ تعيش في مستعمرات، تبني الملاجئ لبيوضها، وتزود الطعام لصغارها. ونحلة العسل مثال بارز لذلك. فالآلاف من هذا النحل المجتهد تعمل معا في الاعتناء بصغار الخلية. وحكمته الغريزية تمكِّنه من بناء المحضَن، إصلاحه، وتنظيفه، وأيضا ضبط درجة الحرارة

والرطوبة فيه. لذلك يمكن القول ان الاهتمام بالصغار جزء من عملية طويلة تلعب فيها الوراثة دورا كبيرا فمن الحيوانات من لا يهتم بصغارة ولا يوليهم أية رعاية ومنهم من يبذل اقصي جهدة لصغارة وسوف نستعرض فيما يلي بعض من مظاهر الرعاية الأبوية للصغار. من السمات العامة للكائن الحي المحافظة على النوع واستمرار فترة الحياة والتمتع بها ولتحقيق ذلك تلجأ كثير من الحيوانات للعناية بالصغار ورعايتهم وتقديم الرعاية والغذاء لهم حتى يكتمل النمو وتصل سن البلوغ والنضج. ولا تكرس كل الحيوانات نفس الجهد والرعاية والعناية لصغارها، بل يختلف ذلك اختلاف بيناً من نوع لأخر فالحيوانات القصيرة العمر قد لا تكرس أي وقت لهذا الأمر والحيوانات طويلة العمر تبذل قدرا في ذلك، كما تتأثر الرعاية والعناية ونوعيتها أيضا بعدد المواليد فالحيوانات التي تضع أعدادا كبيرة من المواليد كل سنة تصرف وقتا أقل للعناية بمواليدها ويحدث العكس في الحيوانات التي تضع أو تلد أعداد قليلة من الذرية. ولذلك يمكن القول بأن الأمومة في الحيوانات لا تقل قيمة وروعة عنها في الإنسان. وحنان الأم في عالم الحيوان لا يبدأ بمجرد رؤية الأم لوليدها لأول مرة بل يبدأ حنان الأم لصغيرها وهو جنيناً في بطنها وبين أحشائها. وقد يبدأ حنان الأم وعطفها بمجرد وضع البيض فنجد الحيوانات البياضة التي يفقس بيضها بعد حضانة خاصة كالأسماك والطيور وغيرها تدفعها عاطفة الأمومة ورغبتها في المحافظة على نسلها إلى وضع بيضها في مكان آمن بعيداً عن الأعداء الطبيعية. ولذلك نراها تبحث قبل وضع البيض عن المكان الذي تراه مناسباً لذلك والذي غالبا ما يكون فقد يكون تحت صخرة أو داخل شق في حائط أو حفرة في الأرض أو فوق شجرة أو غير ذلك من الأماكن الأخرى والتي غالبا ما تكون بعيدة عن الأعين. وتختلف مدة رعاية الصغار من حيوان لآخر، فمثلاً أنثى الجمبري ترعي صغارها حوالي شهر، وذكر كلب السمك يرعى صغاره حتى يبلغ طولها أربع بوصات، كما أن شغالة نحل العسل تحيط الصغار باهتمامها ورعايتها حتى يتم النضج، ويلاحظ ان الطيور التي تكون صغارها قادرة على الحركة ومفتوحة العينين تلقى رعاية أقل من تلك التي تلقاها الصغار التي تفقس ناقصة عمياء حيث تعتمد على رعاية الأبوين فترة من الوقت حتى تستطيع الاعتماد على نفسها. وفي عالم الحيوان تشتمل الرعاية الأبوية علي العديد من الصور (شكل ١٠٠-١٠٢) نذكر منها:

عاطفة الأمومة: في المملكة الحيوانية يوجد العديد من الحيوانات ليس لديها عاطفة للأمومة ولا تولي صغارها أية رعاية. فالحيوانات المائية كنجم البحر والأخطبوط ينطلق منها البيض إلى الماء وكذلك تنطلق منها الأمشاج المذكرة وتتولى التيارات المائية وحدها جمع شملها ولذلك تنتج هذه الحيوانات عدداً ضخماً من الأمشاج لضمان بقاء نوعها من الانقراض وعندما يفقس البيض وتخرج الصغار فإنها تكافح في سبيل الحصول على غذاءها. وبصفة عامة فإن الرعاية الأبوية تزداد بتطور الحيوانات وخاصة في الفقاريات وهنالك تفاصيل كثيرة لا تزال مجهولة حول كيفية اعتناء مختلف الحيوانات بصغارها. لكن كلما اكتشف العلماء المزيد من أسرار الطبيعة،

ان الرعاية الأبوية ركيزة أساسية من ركائز الحياة في عالم الحيوان. وسوف نستعرض فيما يلي بعض من أنماط عاطفة الأمومة في الحيوانات المختلفة.

اللافقاريات: أغلبية الحيوانات اللافقارية لا تهتم بصغارها ومع ذلك فهناك نوعيات تهتم بصغارها أثناء المراحل الأولى من حياتها، مثل هذه الرعاية تكون متطورة بصورة خاصة في الحشرات الاجتماعية، فيرقات وشرنقات مثل هذه الحيوانات تعتمد على الكبار في طعامها ونظافتها وانتقالها من مكان في العش إلى آخر، وفي الحشرات نرى أشكالا متعددة لرعاية البيض منها قيام بعض الحشرات بإخفاء بيضها بوسائل خاصة أو تضع عليه مادة كيميائية حافظة. كما تقو حشرات القمل بلصق بيضها بعناية فائقة بالشعر. كما تقوم حشرات أخري ببناء أنفاقا تحت سطح الأرض لتخفي فيه الأنثى البيض إلى أن يفقس. والكثير من الحشرات لا تخفي بيضها فحسب، ولكنها تجلب يرقات حشرات أخرى بجانب بيضها حتى تجد صغارها غذاء حينما تفقس .. ويشذ عن هذا بعض الحشرات القليلة جداً حيث تضع بيضها أثناء الطيران أو في البيئة التي توجد بها على أوراق الأشجار أو الثمار وغيرها .

البرمائيات: حتي الآن لا تتوافر لدينا معلومات كثيرة عن عناية الضفادع بالصغار واعتمادا علي ما تم تسجيله من ملاحظات في بعض الكتب والمراجع نستطيع القول بوجود بعض من أنماط العناية بالصغار بطريقة أو بأخري في بعض الأنواع وغياب الرعاية في البعض الأخر. ومن صور السلوكيات الأبوية في الضفادع ان بعض الأنواع مثل ضفدع السهم السام والذي اشرنا اليه سابقا، تضع بيوضها، على الأرض وتحرص علي بقائها رطبة، وتقوم بحمايتها، من خطر المفترسات كما لوحظ ان بعض الأنواع الأخرى تبول على البيوض، حتي تحميه من الجفاف، وفي بعض الأنواع الأخرى بعد الفقس تحمل الأنثى الصغار علي ظهرها وتذهب بهم إلى بركة ماء لتضع بيض أخر غير مخصب لكي تتغذي عليه الصغار حتي تبلغ أما في ضفدع الجيب الأسترالي تقوم الاثني بوضع صغارها في جيب على جانب جسمها، حتى تكبر ويتم تَحولها، وهنالك ضفادع أسترالية، تسمى ضفدع الحضانة المعوية،، تفعل ما هو أعجب من ذلك إذ تبتلع الشرانق، لتواصل نموها داخل المعدة بعد عمليات حيوية تبطل من خلالها فعالية الإفراز الحامضي المعوي، وإحباط الحركة الدودية للجهاز الهضمي.

الزواحف: على الرغم من الشكل المخيف للزواحف إلا أن أباء العديد منها حنونة تحمي صغارها وتعتني بها، من أمثلة هذه الزواحف التمســـاح الأفريقي فعندما يدنو موعد الولادة تزعق الصـــغار مناديه أمها وتحك الأم الرمل الذي يغطي البيض ثم تقوم بسـحب الصـغار بنعومة فائقة بأنيابها. وتضـطر الأنثى أحيانا إلى كسـر قشـرة البيضـة بفمها الكبير لتسـهيل خروج الصـغار ثم تنقلها في كيس خاص يقع في عمق فمها الكبير إلى منطقة أمنة من النهر. ومنذ تلك اللحظة تتبع التماسيح الصـغيرة أمها على غرار البط وتقف أحيانا على راس

أمها أو على ظهرها. وخلافا لذلك تضـــع معظم العظاءات والأفاعي البيوض في أماكن محمية تحت الحجارة وجذوع الأشـــجار ولا تعيرها منذ تلك اللحظة أي اهتمام ولا تقدم لها أي عناية. إلا أن بعض أنواع العظاءات تعتني بصغارها لمدة ١٠ أيام. وفي الزواحف الصغار مثل الكبار فصغار الزواحف قادرة على الاعتماد على نفسها والبحث عن الطعام بعد ساعات قليلة من ولادتها أو من خروجها من البيضة. وفي الواقع تبدو الصغار متمتعة بكل الصـــفات التي توجد في الزواحف البالغة من حيث الشـــكل الخارجي والســـلوك. على عكس الثدييات، فصغار الزواحف لا تلهو وتكون قادرة على الاصطياد فور خروجها من البيض.

الطيور: معظم الطيور أباء صـــالحون، إذ تبذل الطيور الكثير من الوقت والطاقة في اختيار موقع العش وبنائه وتربية عائلتها. فقد شـــوهد احد ذكور البوقير الأفريقي (أبو معول) المخلص يتردَّد إلى موقع عشّـــه اكثر من ١٦٠٠ مرة، جالبا نحو ٢٤٠٠٠ قطعة من الفواكه لرفيقته طوال فترة الحضانة والرعاية البالغة ١٢٠ يوما. والقَطْرس المترحِّل معيل آخر يُعتمَد عليه. فالذكر يطير حرفيا آلاف الكيلومترات بحثا عن الطعام في حين تبقى رفيقته الأمينة في العشّ منتظرة عودته بصبر. وفي المناطق الصحراوية، تستخدم بعض الطيور طريقة فعّالة لإطفاء ظمأ صـــغارها. فتطير إلى حفرة مائية وتنقع ريش صـــدرها في الماء ثم تعود إلى العشّ، حيث تشرب الفراخ من ريشها المبلَّل. عندما تصير مهمة إطعام أفواه كثيرة حملا يُثقل الكاهل، تطلب بعض أنواع الطيور المساعدة من طيور أخرى من اجل حضن صغارها. وهؤلاء المساعدون هم عادة الذرية الراشدة للوالدين وهم مستعدون لتقديم المساعدة في إطعام وحماية الفراخ. طائر اللَّقلَق الأبيض لا وقت لديه ليرتاح في الصـــيف. فلإطعام صـــغاره الجياع، عليه ان يقوم بعدة رحلات ذهابا وإيابا إلى البحيرة المجاورة بحثا عن الضفادع والأسماك الصغيرة والعظايات والجنادب، فضلا عن اضطراره إلى ترميم عشّه من حين إلى آخر. وخلال اليوم، يبقى كلا الوالدين في حركة مستمرة لتأمين الطعام للفراخ التي تستهلك كميات كبيرة منه. فخلال الأسابيع القليلة الأولى، تستهلك الصغار يوميا كمية طعام تعادل نصف وزن جسمها ويستمر ذلك حتى بعد ان تتعلم الطيران، لعدة أســـابيع إضـــافية تســـتمر فراخ اللَّقلَق في الاعتماد على والديها. اما طائر الغطّاس الصغير فيبقى وصغاره معا كل الوقت تقريبا. فحالما تخرج الصغار من البيضة، تترك عشها العائم وتلجأ إلى ظهر والديها المريح فتتســلقه وتقبع بين الجناح وريش الظهر حيث تجد الدفء والحماية فيما تســبح الأم أو الأب على وجه المياه. ويتبادل الوالدان الأدوار في حمل الصـــغار وفي الغطس بحثا عن الطعام. ورغم ان الفراخ تتعلم بســـرعة الغطس والعثور على طعامها، فإن علاقتها بوالديها تســـتمر لبعض الوقت. وفي طيور قِرِلَّى الأنهار يتولى الوالدان إطعام الصغار الخارجة حديثا من البيضة علي الأسماك الصغيرة والتي يحملها الوالدان بتأنٍّ بالمنقار بحيث يكون رأس السمكة إلى الخارج، مما يسهِّل على الصغار الجياع ابتلاع الطعام. وكلما نمت الفراخ، جلب الوالدان أســماكا اكبر حجما، وصـــارا يزيدان تدريجيا عدد المرات التي يطعمان بها

الفراخ. ففي البداية، تُطعَم الفراخ كل ٤٥ دقيقة تقريبا. لكن حين يصــير عمر الفراخ ١٨ يوما، تزداد شــهيتها بحيث تُسَــر بتناول وجبة من الســمك كل ١٥ دقيقة. وليســت عاطفة الأمومة في الطيور تقتصــر فقط علي السلوك الغذائي بل تشتمل أيضــا علي سلوك توفير الحمية للصــغار. ان حماية الفراخ هي أيضــا عمل يدوم كامل الوقت. فكثيرا ما يبســـط الطائران الوالدان أجنحتهما لتغطية العشّ أثناء انهمار الأمطار ليُبقيا فراخهما دافئة وجافة. وطيور الزرازير مدبِّرات منزل ممتازة. فلكي تحمي هذه الطيور البارعة عشّـــها من القَمْل والبراغيث، تجمع موادّ من بعض النباتات السامة وتضعها في العشّ وحوله. فتعمل هذه المواد كمبيد للحشرات يقتل أو يصــدّ الحشــرات المؤذية. كذلك تُظهر دجاجة الأرض مقدارا لافتا للنظر من ســعة الحيلة في حماية الصــغار. فعندما تشعر بالخطر، تمسك صــغيرها العزيز بإحكام بين رجليها وجسمها، تبسط جناحيها، وتطير حاملةً إياه إلى مكان اكثر أمانا. وبعض الوالدين الشجعان يتظاهرون بمهارة انهم جرحى لصرف حيوان ضارٍ عن الاقتراب إلى فراخهم. فتســـقط الأم إلى الأرض كأنها جريحة، وهكذا تغري الحيوان الضـــاري وتبعده عن العشّ، ولا تتوقف عن تظاهرها وتطير إلى مكان آمن إلّا بعد زوال الخطر. والطيور التي تبني أعشــاشــها في الأرض قد تستخدم حِيَلا صــوتية لتخيف الحيوانات الضــارية وتبعدها. فبومة الجحور في أميركا الشمالية تفحّ كالأفعى عندما يقترب العدو من جحرها. وقد كان المســـتوطنون الأوائل يبقون بعيدين عن جحور البوم لأنهم كانوا يعتقدون اعتقادا راسخا أنها تشارك الأفاعي المجلجلة في منزلها.

الثدييات: في عالم الحيوان، تبلغ الرعاية الأبوية ذروتها بين الثدييات. فأمهات الفيلة مخلصـــة لصـــغارها تظل مرتبطة بهم لفترات طويلة قد تصـــل إلي ٥٠ عاما. والصـــغير يعتمد كثيرا على امه. فهي تظلِّله من الشمس المحرقة بجسمها الضخم، تُرضعه برفق، وتسمح له ان يأخذ بخرطومه الصغير القليل من النبات من فمها ليأكل وتغسله بانتظام بدفق الماء على ظهره وفركه بخرطومها. وتربية الصــغار في عالم الأفيال شــأن عائلي، إذ تلعب الإناث في القطيع دورا مهما في إطعام وتعليم وحماية الصـــغار في القطيع. وحيوان فرس النهر وهو حيوان ثديي ضـــخم الجســم تُجيد صـــغاره الرضـــاعة وهي مغمورة كليا بالماء، الخروج من اجل الهواء، ثم النزول تحت الماء ومتابعة الرضـــاعة. وفرس النهر الأم تحمي صــغيرها المولود حديثا بشــراســة. وأمّهات القرود هي أيضــا أمهات صــالحة. فخلال الســاعات الأولى بعد الولادة، تضــم صــغيرها اليها بشــدة، واضــعةً احدى ذراعيها على الأقل حول عنقه أو كتفيه. وفي الأسبوع الأول يمكن ان يقضــي الصــغير معظم وقته متمسِّكا غريزيا بفرو امه. كما يمكن ان تسمح الأم لإناث أخرى بأن تحمل صــغيرها واللعب معه. ولذلك يمكن القول بأن جميع الثدييات تعتني بصـــغارها فمنذ بداية الحياة الجنينية وبعد الميلاد وحتى تصـــبح قادرة على رعاية نفســها، فمثلاً نجد حيوان النجارون يحمل الصــغار في أكياس على بطنه ويسـعى بها هنا وهناك.

وبالرغم من أن عاطفة الأمومة لدى الإناث قوية إلا أن رعاية الصـغار قد يقوم بها الذكور أيضـاً، أو يشـترك فيها كلاهما.

الرضـاع: يقتصـر سلوك الرضـاع علي الحيوانات الثدية وذلك لوجود الأثداء النشطة في الأمهات فعند خروج الجنين من الرحم ودخوله إلى العالم الخارجي حيث الهواء والتنفس، دون أن يجد التغذية والأكسـجين من خلال الحبل السـري كما تعود داخل رحم أمه، يبدأ الطفل على التكيف مع الحياة خارج الرحم وحصـوله على غذائه من الرضـاعة من ثدي الأم. ولا يقتصـر هذا الأمر علي الأنسـان بل يشـمل جميع الحيوانات الثدية كالبقر، والابل، والغزلان، وغير ذلك من الثدييات الأخرى فبعد خروج الصـغار من الرحم مباشـرة يسـعي في لفت الأم اليه واسـتحضـار السلوك الأمومي فيتحرك الصـغير بعد فترة زمنية من الولادة نحو الأم فيتمسـح بها والتي تقابله بالحنان ولعق جسده وتقريب راسـها من راسـه. وقد يصـدر أصـواتا ويستجيب لأصـوات تصـدرها الأم، بعد اقتراب الوليد من الأم يتجه نحو الضـرع ويلتقم الثدي ويبدأ في الحصـول على الغذاء وهو سـلوك فطري لا يحتاج لمهارة التعلم. وعلى الرغم من أن عملية الرضاعة تتحسن مع الممارسة ولذلك فهناك مشاركة لعنصـر التعلم أيضـا. ففي المرة الأولي يجتهد الصـغير في البحث عن الحلمة معتمدا على نفسـه وفي مرات أخري قد تساعده الأم وليدها في ذلك حيث تستدير وتعدل من وضعها لمساعدته في الوصول إلى غايته.

تدريب الصـغار: في عالم الحيوان غالبا ما ينشأ الصـغار ضـعاف غير قادرين على الاعتماد على أنفسـهم ويلاحظ هذا الأمر جليا في بعض أنواع الطيور والثدييات، ولذلك من مميزات هذه المجموعة من الحيوانات قيامها بتدريب صـغارها على مواجهة ظروف الحياة ومتطلباتها من طيران أو مشـي أو ركض أو نصـب الشراك والحصول على الفرائس. فتدريب الصغار في عالم الحيوان ولذلك يمكننا القول أن تدريب الصغار فترة هامة جداً في حياة الصـغار يكتسـب أثناها الصـغير تعليماً وتدريباً من الكبار ذوي الخبرة. ويعمل خلالها الأبوين على نقل خبراتهم إلى الصـغار حتى يتمكنوا من الاعتماد على أنفسـهم ومن أمثلة ذلك تزج البجع بفراخها قهراً إلى الماء لكي تتعلم السـباحة. ويدفع النسـر أفراخه وهو في العش إلى تمرين عضـلات الأجنحة وتتم حركة التمرين هذه تحت إشراف الأبوين فنجدهما يشجعان الصغير على الطيران ويحركان أجنحتهما كي يقلدهما الصغير، وإذا وجدوه على وشك الفشل مال أحدهما بجسمه تحت جسم الصغير ودعمه حتى لا يسقط .. وكذلك ما تقدمه القطط من تدرب لأولادها من مداعبة وقنص الفئران، وكذلك ما تقوم به الأسـود من ترويض لأشـبالها وتدريبهم على كيفية القنص وكذلك ما تقدمه أنثى الحوت من ملازمة لولدها الرضـيع عاماً كاملاً تقوم خلالها بتغذيته والمحافظة عليه وإذا مسـه أذى حل بها التمرد والغضـب والجنون لدرجة تسـتطيع معها أن تحطم قارباً كبيراً بمن فيه .. كذلك فأن أنثى الفيل عادة تكون هادئة وديعة لكن إذا أصـاب صـغيرها

مكروه تأثرت وتمردت وأخذت تدافع عنه حتى أخر رمق من حياتها ولا تتوقف أمومة الفيلة عند حد الرعاية فحسب بل أنها قد تعمل على تعليمها وتدريبها وتأديبها أحيانا إذا اقتضى الأمر.

السلوك العدواني والدفاعي

السلوك العدواني

في عالم الحيوان تكثر مظاهر العداء ويتغلب طابع القوة علي طابع الضـــــعف ولقد اهتم العلماء بهذا الفرع من افرع السـلوك اهتماما شـديد لمحاولة إيجاد تفسـيرات لأسـبابه ودوافعه وكيفية علاجه ونتيجة لذلك وضـعت نظريات عديدة حاولت تفسير السلوك العدواني منها ما اعتبرته غريزة أساسـية، ومنها ما اعتبرته سلوكا متعلما، ومنها ما اعتبرته على أنه إحباط نفسي، ومنها ما فسرته على أسس فيسيولوجية وبيولوجية، وكل هذا راجع إلى اعتبار أن العدوان سلوك معقد شأنه شأن كل سلوكيات الإنسان الأخرى متعددة الأبعاد ومتشابكة المتغيرات. هذا وقد وضعت العديد من النظريات التي تفسر العدوانية في الحيوان بنيت أحداها علي التغيرات البيولوجية والتي تنص علي ان سبب العدوان بيولوجي ومن تفسيراتها أنها تحدث نتيجة لحدوث خلل في وظيفة المخ كما أن للهرمونات تأثيراتها على العدوان، فقد لوحظ أن هناك ارتباطا بين زيادة هرمون التستوستيرون والعدوانية وفرط النشاط ، كما توجد نظريات أخري منها النظرية السلوكية، وهناك نظرية أخرى تؤيد التفسير الوراثي وتعرف بنظرية السلالات وتنص علي ان العدوانية تسير وفقا لمبدأ تحقيق اللذة، وهذه الغريزة هي التي تجعل الطفل يعرض حياته للخطر، وقد أجرى العلماء ملاحظات مكثفة لدراســـة القتال والسلوك العدواني لدى الحيوانات، وفي ضـوء ما توصـلوا اليه تم طرح فكرة أن العدوان لدي الحيوان غريزي وفطري تطور عبر ســلســلة من التحولات الداخلية تنمو في الحيوان نتيجة لمنافع كامنة. هذا وقد ارتبطت بالســـلوك العدائي العديد من المفاهيم منها العداء والعراك والعنف. ولا تتســـاوي درجة العدوانية بين الأنواع المختلفة من الحيوان ولكنها تتفاوت تفاوت بينا وقد تتدرج من الخوف من العراك أو محاولة العراك أو العراك الحقيقي والذي دائما ما يكون مدمي يتسبب في حدوث أذي بليغ لاحد الطرفين أو كلاهما وقد يستمر العراك لفترة قصـــيرة يتراجع فيها احد الطرفين بعيدا عن الأخر وقد يســتغرق وقتا طويلا. اما عن دوافع العراك فهي عديدة ومتشـــعبة منها بســط الســيادة أو المحافظة علي منطقة النفوذ أو الفوز بالأنثى أو حب الزعامة أو الحصـول علي الغذاء ويتجلى هذا في عمليات الصـيد وما يعقبها من عراك بين طرفين ينتهي بتغلب الطرف الأقوى علي الأخر. وفي العادة لا تهاجم الحيوانات عندما تدري أنها تعرض نفسها للخطر فالكلاب أو السباع تراقب الفريســة من بعد حتي تحدد نقطة الخلل ثم تبدأ تهاجم الضـــعيف أو المتخلف عن القطيع. ولتفادي العداء تلجا الحيوانات الضـعيفة أو الغير قادرة علي القتال إلي العديد من الأساليب منها التجمع وأسناد مهمة القتال للذكر ومنها الاختباء بعيدا عن الأعين أو اســـتخدام بعض الحيل لخداع المهاجم ومنها ان تغير من

تركيبها الخارجي لتعطي لنفسها شكلا أخر أو حجما اكبر من حجمها ومنها الإعلان عن الخطر بأصوات مميزة. ومن الأمور الأساسية في العراك بين الحيوانات التنافس على البيئة والذي يمكن ان يحدث بين أفراد النوع نفسه أو بين أفراد أنواع مختلفة. ولذلك يشتمل السلوك العدائي علي عدة أنماط من السلوك منها:

التنافس Competition: يُشكل الغذاء والماء وأشعة الشمس والهواء وغيرها من الأشياء الجامدة الطبيعية عوامل للمنافسة بين الكائنات الحية الموجودة في نظام بيئي، فالنباتات تتنافس على الماء والضوء، والحيوانات تتنافس على الغذاء والنفوذ ولذلك نلاحظ أن الأسباب الدافعة للحيوانات عديدة ومن أسبابها الحصول على الطعام والاستئثار بالمكان والبحث عن شريك للتزاوج ولذلك نلاحظ تنوع أنماط السلوك التنافسي بين الحيوانات ففي بعض الأحيان نراه: سلوك الصراع وفي البعض الأخر سلوك للسيادة وفي نوع ثالث سلوك تحديد منطقة النفوذ.

الصراع Conflict: في الصراع يحدث اقتتال بين فردين من نفس النوع وينتهي بفوز أحداهم على الأخر ولا يؤدي الصراع إلى وقوع أذى شديد أو الموت لأي من الفردين وغالبا ما ويتوقف الصراع عندما يتوقف أحد الأفراد عن القتال ويغادر مكان المعركة ومن أمثلة سلوك الصراع ما يشاهد في الدببة القطبية والأسود حيث يتصارع فردان يفوز فيه أحدهما على الأخر، وتكون له السيطرة على الموارد الموجودة مثل الطعام أو شريك التزاوج المحتمل. ويلاحظ هذا السلوك في العديد من الحيوانات مثل الأسماك وفيها ينجم السلوك العدائي والصراع عند التنافس على الطعام أو المكان أو القرين، تتجلى مظاهر العداء في مظاهر الهجوم والدفاع التي يتخذها الفرد. وتظهر ضمن أفراد المجموعة سلسلة من السلوكيات التي تحدد مكانة كل فرد، فتخفف بذلك حدة التوتر. والإشارات التي تحرض على السلوك يمكن أن تكون بصرية أو سمعية أو حسية. فحين ترى سمكة أبو شوكة عدو تأخذ وضعاً خاصاً وترفع الشوكة الأمامية من زعنفتها الظهرية بوضوح يدفعها في هذا إفرازات الغدد الداخلية، كما أن السلوك ذاته يؤثر في إفراز الهرمونات. فمحور الغدة النخامية والغدة التناسلية يحدد فيما إذا كان على الذكور أن تقوم بأعمال دفاعية عند التكاثر، كما يفعل أبو شوكة، أو أن يقوم كلا الجنسين بهذه العمليات كما في أسماك المشط ويعمل محور الغدة النخامية ـــ الغدة الكظرية بوساطة الكورتيزون الذي يؤدي دوراً في الدفاع عن النفس وردود الفعل المختلفة بمعزل عن عملية التكاثر.

السيادة: تلجأ بعض الحيوانات مثل القرود والدجاج والأغنام والأسود إلي نظام السيادة، وفي الأغنام تكون الأنثى كبيرة في السن هي من يقود القطيع، وكذلك في الأبل الأنثى الطاعنة في السن تفرض السيادة على القطيع في جميع تحركاته. كما يحدث التناطح عن طريق الرأس فيما بين ذكور الماعز فيقف المتصارعان وجها لوجه ويحدث تشاباك قوى بالقرون من اجل سيادة القطيع. وهكذا تتعدد صور الاقتتال بين الكثير من الحيوانات بغية فرض السيادة ورئاسة القطيع وبعد الفوز يعد الذكر الفائز قائد ويعتبر نفسه مسؤول عن

سلامة القطيع وتلقيح الإناث وتعتبر باقي الذكور والإناث كأفراد ضمن القطيع. اما في الأسماك فمن المعلوم أنه ليس من عادتها بناء منازل خاصة بها إلا أن هناك أنواعا منها يسلك سلوكا محيرا فاسماك المياه العذبة تنشأ مساكن خاصة في قيعان البحيرات أو الأنهار أو المياه الراكدة على شكل حفر بين الأحجار أو الرمال تقوم بصنعها لتضع فيها البيض حتى الفقس. وهناك أنواع من الأسماك تقوم بحراسة هذا البيض بالتناوب بين الذكر والأنثى. وفي أنواع أخري تقع هذه المسئولية علي عاتق الذكر فقط فهو المسؤول عن إنشاء المساكن الخاصة بوضع البيض وهو المسؤول عن حراستها أيضا. وهناك أسماك تتميز بكون مساكنها أكثر تعقيدا من حيث الشكل وطريقة البناء ففي سمك الشوكي مثلا يقوم الذكر بإنشاء أعشاش أكثر اتقانا من أعشاش الطيور وذلك بجمع أجزاء من النباتات المائية ولصقها ببعضها البعض عن طريق سائل لزج يقوم بإفرازه وبذلك يتم صناعة خلطة لزجة من الأعشاب والمواد المفرزة ثم يعقب ذلك قيام الذكر بالسباحة حول هذه الخلطة اللزجة والتمسح بها حتى يعطيها شكلا طوليا منتظما وبعدها يثب فجأة سابحا من منتصف هذه العجينة شاقا إياها لكي تصبح على شكل نفق له مخرج ومدخل ويمر من خلاله الماء و إذا حدث أن مرت أنثي بالقرب من هذا النفق العش يقوم الذكر بمغازلتها بالسباحة حولها جيئة وذهابا حتى يذهب بها إلى مدخل النفق الذي يحاول أن يدلها عليه عن طريق مقدمة رأسه وعندما تبيض الأنثى داخل هذا النفق يدخل الذكر من المقدمة وهكذا تعاد العملية مع عدة إناث حتي يمتلأ النفق بالبيض الملقح ثم يبدأ الذكر بالحراسة ويثابر على السماح بدخول الماء العذب إلى النفق وترميم الأجزاء التالفة منه لعدة أيام لا تقتصر فقط علي فقس البيض بل تمتد لما بعد ذلك حيث يقوم بعد الفقس بقطع الجزء العلوي من النفق تاركا السفلي لمعيشة الصغار وحراستها فسبحان الله الذي الهمها ذلك. اما في الأنواع التي لا تلجأ لبناء أعشاش لحفظ البيض والمحافظة علية فيكون البيض مكشوفا والأخطار المحدقة كبيرة ويصبح البيض عرضة للهلاك ومصدر غذائي للكائنات الأخرى ولذلك تلجأ هذه النوعية من الأسماك لوضع كميات كبيرة من البيض لتتفادي به الأخطار المحدقة. ولا يقتصر سلوك السيادة علي بناء المسكن بل يمتد لأكثر من ذلك لتحديد مناطق المعيشة فالأسماك التي تعيش في أعالي النهر تلاءم في شكلها وقدرتها مع سرعة التيار، ووفرة الأكسجين، وبرودة الماء، أما الأسماك التي تعيش في المناطق المنخفضة من النهر، فقد اعتادت على درجات الحرارة العالية، وكميات قليلة من الأكسجين، وعلى قاع موحل يحتوي على كائنات وبقايا عضوية تتغذى بها.

تحديد منطقة النفوذ: وهو سلوك محاولات اختيار منطقة ذات مساحة معينة والسيطرة عليها والدفاع عنها ضد حيوانات أخرى من النوع نفسه. وتستعمل الحيوانات إشارات عديدة لتحديد منطقة النفوذ وطرد الدخلاء ومن هذه الإشارات الصوت مثل الطيور أو الصراخ كما يحدث في السناجب أو الإشارات الكيميائية مثل البول مثل الأسود والنمور والقطط.

السلوك الدفاعي:

لكل كائن حي على وجه الأرض وسيلة للدفاع عن نفسه هيئها الله له، يستخدمها في الدفاع والمحافظة علي نفسة من أعدائه من نفس فصيلته حين يتنافسون على الغذاء أو للتزاوج أو حماية الصغار، وكذلك حماية نفسه وصغاره من خطر المفترسات أو حتى من البشر. أن طرق أو وسائل الدفاع لدى الكائنات الحية كثيرة ومتنوعة وغريبة، وتلعب البيئة ونوعية المخاطر التي تتعرض لها الكائنات الحية دوراً هاماً في تحديد طرق الدفاع عن النفس لدى الكائنات وسوف نستعرض فيما يلي بعض من هذه الطرق الدفاعية. والجدير بالذكرة الإشارة إلي ان إن جميع الكائنات الحية تقوم بالتحذير أولاً قبل استخدام وسائلها الدفاعية مستخدمة في ذلك عدة طرق منها الصوت، أو اللون، أو التكشير عن أنيابها أو بحركات جسمها، والتي عادة ما تنجح في صرف العدو وتلافي الخطر أو المعركة قدر استطاعتها كي توفر طاقتها أو وسيلة دفاعها المؤذية حتى اللحظة الأخيرة. ان ردة الفعل الطبيعية لدي الحيوان عندما يتعرض للخطر ان يلجأ إلي ما يسمي بالحيل أو الوسائل الدفاعية وذلك لحماية الذات وكلما كان القلق حادا لدي الفرد يلجا إلي استخدام الحيل الدفاعية أو الوقائية في سلوكه وتصرفاته وقد تمثل ذلك في العديد من التغيرات (شكل ١٠٣-١٠٥) ومنها:

الخداع: التمويه والمحاكاة والتنكر والتحول صور من صور الخداع فلا يوجد حيوان على وجه الأرض له القدرة على تغيير شكله بصورة أفضل من الأخطبوط. في لمح البصر يستطيع أن يغير لونه وأن يجعل سطحه أملس أو أن يبرز أشواكه. وتستخدم بعض أنواع الحيوانات مثل الأخطبوط هذه التغيرات كنوع من أنواع التمويه، لتنسجم مع البيئة المحيطة بها، كما توجد أنواع أخرى تستجمع قدراتها المختلفة لتتنكر كما تحب في أشكال وألوان فصائل مختلفة من الأسماك. هذا وقد طورت بعض الكائنات الحية، وسيلة عجيبة وغريبة في ردع الأعداء وذلك عن طريق تغيير لون الجسم أو الشكل أو بعض أجزاء من الجسم بحيث تتشابه مع كائنات أو أنواع أخري من الكائنات اكثر خطرا أو اكبر جما. لذلك تتحاشاها المفترسات خوفاً منها والبعد عنها علي الرغم من عدم خطورتها ظانه أنها هذا الحيوان خطير أو كبير الحجم ويلاحظ هذا السلوك في بعض الحيات والفراشات. ومن التكيفات التركيبية أيضا التمويه وفيه يظهر الكائن الحي كله أو بعض من أجزائه على غير حقيقته، ومن أمثلة ذلك ما تقوم به بعض الكائنات الحية الضعيفة من تغيرات شكلية تتشابه فيها مع نبات أو جماد أو حيوان آخر وكذلك التغير اللوني لبعض الحيوانات حيث تظهر بلون يشبه لون البيئة التي تعيش فيها وبذلك تبعد عنها أعدائها وبذلك يعد التمويه من أنجح وافضل الوسائل لدى معظم الكائنات الحية فهذه الوسيلة تمكن الحيوان من التخفي في بيئته دون أن يراه المهاجم ،كما أن التمويه يجعل الكائن الحي يختفي في نفس المنطقة ولا حاجة له بالهرب وإهدار طاقته وتستخدم طرق التمويه عادة من قبل الكائنات الحية التي لا تملك السرعة الكافية للهرب من مفترسيها ولا تمتلك أيضا الوسائل الرادعة لصد المهاجم ولا يقتصر التمويه علي

وسيلة واحدة بل تختلف طرقة من كائن إلى آخر حسب البيئة التي يعيش فيها. ويلاحظ سلوك التمويه بوضوح في العديد من الزواحف مثل الحرباء والبرمائيات ففي ثوان معدودة يحدث التخفي التام من خلال تغيير اللون ويصبح لون الحيوان تشبه إلى حد كبير لون البيئة من أوراق أو أغصان أو حجر أو رمل وبذلك يصعب على المهاجم العثور عليها وافتراسها، وبذلك يستطيعون تجنب أعدائهم بكل يسر وسهولة. ومن أمثلة التمويه أيضا التكيف التركيبي في بعض الكائنات كتقليد بعض أنواع العناكب للنمل في الشكل حتى يتمكن من القبض على الحشرات الأخرى، ففي هذه الحالة يغير العنكبوت من شكل ساق الطرف الأمامي ليظهرا مثل قرون الاستشعار ويقوم العنكبوت بالسير كالنمل الطبيعي الغير معرض للتهديد، وبهذه الطريقة يتمكن العنكبوت من الاقتراب من فريسته وصيدها كما تسمح له هذه الطريقة بتأمين نفسه والحماية من المفترسات. ومن التمويه التركيبي في الحشرات أيضا ما يلاحظ في فراشة البومة الضعيفة فعندما يتعلق الأمر بالصراع الطبيعي للحياة والموت ابتكرت فراشة البومة وسائل مدهشة للمحافظة على حياتها وخداع الأعداء فطول هذه الفراشة الساكنة للغابات الاستوائية ٢٠سم وهي تواجه التهديدات من الطيور الاستوائية. ولذلك تواجه هذه الفراشة الضعيفة هذه التحديات بوجود بقعتين متعددتي اللون وبارزتين جداً على أجنحتها السفلية مما خلق مظهر وجه البومة الذي يمكن أن يخدع حتى الإنسان وبالتأكيد يخدع الطيور. ومن عمليات التمويه التركيبية في الحشرات أيضا ما يلاحظ أيضا في الذباب الحائم وفية يتشابه الذباب في شكله بالدبور فيكون اللون أصفر مع وجود مجموعة من الأشرطة السوداء تجعل الفرائس تنخدع في الشكل ويعتبرونه نوع من أنواع النحل اللاسع أو الدبابير.

التخفي: من الوسائل الدفاعية في بعض الكائنات التخفي ومن أمثلة ذلك ما يحدث من حيوان الأخطبوط فهو أستاذ من الدرجة الأولى في التخفي عن عيون أعدائه خلف ستارة من الحبر الأسود. وتساعده هذه الحيلة على الهرب في سرعة ومهارة قبل أن تنقشع سحابة الحبر الأسود ويكتشف المهاجم هروب الفريسة بعد فوات الأوان. يستخدم الأخطبوط ذو الدثار عصا سحرية قاتلة لإبعاد المهاجمين. فهذا الأخطبوط لديه زوجان من اللوامس التي تشبه المجسات اللاسعة لقنديل البحر ويحمل هذه اللوامس في أذرعه العليا فإذا ما اقترب منه عدو ما برزت هذه اللوامس في وجه المهاجم لتحذيره ليبقى بعيدا عنه. كما تلجأ بعض أنواع الأخطبوط الأخرى إلى حيل صعبة وخطيرة للغاية، فتقطع واحدة من أذرعها وتبعد عنها بسرعة، بينما تظل الذراع تتلوي لعدة ساعات مما يشتت انتباه المهاجم، وفي بعض الأحيان تبدأ هذه الذراع في الزحف نحو المهاجم لتشتت انتباهه في الوقت الذي يكون الأخطبوط قد فر بعيدا، وسرعان ما تنمو له ذراع جديدة بدل الذراع المقطوعة. قد يفشل الأخطبوط في نفث الحبر الأسود في وجه مهاجمه وقد لا يستجيب أعداؤه للألوان التحذيرية التي تلون بها. وربما يكون تنكره ليس محكما بدرجة كافية. فماذا يفعل؟ تبقى لديه حيلة عجيبة. فهو يرفع أذرعته الثماني لأعلى فتأخذ شكل صدفة يختبئ داخلها.

التحول: اما عن التحول كوسيلة دفاعية فيلاحظ في خيار البحر "Sea cucumber وهو نوع من الحيوانات البحرية، مغطى بجلد سميك، يعيش فى أعماق البحار، وله قدرات عجيبة جدا يستخدمها فى الدفاع حيث يعتمد على قدراته الجسدية الخارقة، على امتصاص الماء والتنقل بين حالات المادة السائلة والصلبة، وجعل نفسه سائلا أو صلبا حسب الحاجة، لذلك فإنه يحول نفسه لسائل ثم يشكل نفسه على شكل تجمعات يصعب افتراسها وامتصاصها، ثم يتصلب على هذه الصورة، ثم يعيد تشكيل نفسه لاحقا. والأعجب من ذلك أن خيار البحر لديه القدرة على إخراج أمعائه خارج جسده ويخرج من فمه خيوط بيضاء مسببة تسمم العدو.

الخداع: هناك أنواع من الكائنات الحية تقوم بخداع المفترسات التي تشكل مصدر الخطر علي حياة الحيوان من خلال "تحييره" في حالة العثور عليه، حيث يتغير شكل الذيل ليبدو هو والرأس متشابهان إلى حد كبير فلا يستطيع المفترس تحديد الرأس من الذيل من الوهلة الأولى وبذلك قد يستغرق وقتا للانقضاض مما يتيح فرصة الهروب للحيوان وفي حالة هجوم المفترس على الذيل باعتقاده أنه الرأس، يمكن للفريسة الهروب بسرعة، وتنجو الفريسة بإصابات طفيفة (شكل ١٠٦).

الجري أو الركض: يعتبر الهروب من الخطر باستخدام الجري أو الركض بسرعة شديدة من الوسائل الهامة للكثير من الحيوانات خاصة تلك التي لا تملك وسائل دفاع قوية ضد أعدائها ويشاهد هذا النوع من الوسائل الدفاعية في الغزلان والأرانب، فسرعة الحيوانات وقدرتها علي الجري بسرعة كبيرة من الوسائل التي قد تكون فعالة في إنقاذ الحياة. فعندما تشعر الفريسة بالخطر وتحدد مصدره تطلق العنان لأرجلها بالهرب والجري مسرعة بعيداً عنه. غالبا ما تستهلك الكائنات الحية التي تلجأ لمثل هذه الوسيلة طاقة كبيرة وذلك لما تبذله من مجهود كبير وحرق للطاقة لذلك نجدها غالبا ما تكون خفيفة الوزن وذات حواس بصرية وسمعية وشمية قوية وتتميز بالحذر الشديد وتستطيع ان تتفاعل وتشعر لأي تغير أو حركة أو حتي رائحة في منطقتها (شكل١٠٧).

العض: تملك الثدييات مثل القرود والجمال والخيول والحمير وبعض الزواحف مثل التماسيح وبعض الأسماك مثل القروش أسناناً قوية وحادة يستخدمها الحيوان لمضغ وقطيع الطعام. هذا من ناحية فائدتها في حصول الحيوان علي طعامه اما في حالة استخدامها كوسيلة دفاعية فهي وسيلة فعالة قد تؤدي إلي موت المهاجم أو أصابته بجروح يصعب علاجها. ولا يقتصر العض علي الحيوانات الثدية فلبعض الطيور مثل النسور والعقبان مناقير تستخدمها في الدفاع عن النفس وكذلك الحال في الزواحف فعلي الرغم من وجود أسنان في أفواه أنواع كثيرة منها ولكنها تتمتع بفكوك قوية جداً تستخدمها في العض. ولا يقتصر الأمر فقط علي الحيوانات الفقارية، فالحيوانات اللافقارية مثل الحشرات تحتوي أيضا علي فكوك قوية تقوم باستخدامها للعض للدفاع عن نفسها أو الحاق الأذى بالأخرين. ومن الملاحظ في ذلك ان استخدام العض كوسيلة دفاعية قد تكون وسيلة خط الدفاع

الأخير لدى معظم الكائنات الحية، يلجأ اليها للهروب والإفلات من المفترس عند الإمساك به أو حتي الاقتراب منه (شكل ١٠٨).

المخالب: تعد المخالب من الوسائل الدفاعية القوية للعديد من الحيوانات المفترسة. فللطيور الجارحة مناقير حاده ومخالب قوية جداً تستخدمها في القبض على الفريسة أو لتدافع بها عن أنفسها وذلك بأن تغرز مخالبها بقوة في جسم المفترس أو المهاجم. وكلما زادت مقاومة الفريسة أو المهاجم ازدادت قوة المخلب والمسكة مما يؤدي إلى اتساع الجرح والنزف. ومن أعجب ما اطلعنا عليه هو تلك الوسيلة التي يستخدمها نوع من الضفادع يسمي الضفدع المشعر، فمن المعروف أن الضفادع لا تملك مخالب ولكن في هذا النوع من الضفادع يقوم الضفدع بكسر أطرف عظام الأصبع وإخراجها من الجلد، ومن ثم يستخدمها كمخلب عندما يداهمه الخطر، وبهذه الطريقة يستطيع الضفدع أن يؤذي المهاجم ويسبب له الضرر. أيضا هناك أنواع من الحيوانات ذات مخالب حادة وقوية جداً، فآكل النمل مثلاً، وهو من الحيوانات المسالمة، يملك مخالب تعد كالخناجر بكل معنى الكلمة فيتحول آكل النمل في لحظة واحدة من حيوان مسالم إلى حيوان خطر مشهراً سلاحه الحاد والفتاك بوجه المهاجم (شكل ١٠٩).

القرون: تملك العديد من الثدييات البرية قرون قوية، تستخدمها في بالدفاع كخط دفاعي أخير عند اقتراب الخطر كما تستخدمها كذلك في الاقتتال خلال فترة التزاوج وللدفاع عن الصغار (شكل ١٠٩).

إفراز السم: تمتلك العديد من الكائنات الحية مثل عنكبوت الأرملة السوداء، والعقرب، والكوبرا الهندية، والسلمندر وبعض أنواع الضفادع وبعض أنواع الأسماك مثل السمكة الصخرية وبعض أنواع الرخويات الجوفمعويات وسيلة خطرة بل مميته يستخدمها الحيوان لصد المهاجم وردعة وذلك عن طريق لدغ أو لسع أو قذف المهاجم بمادة سامة يتم تكوينها اما عن طريق غدد سمية موصلة بأجزاء من الجسم مثل الأسنان أو الأنياب أو الأشواك. أو عن طريق احتواء أجسادها علي سم قاتل يتم تصنيعه من المواد الغذائية التي يتغذى عليها من نباتات سامة السامة حيث يستخلص السم ويخزنه في جهازه الهضمي أو على الجلد أو في اللحم. والعجيب في الأمر أن السم لدى الثعابين ينتج ويخزن بشكل متواصل في الغدد السمية مثل اللعاب لدى الأنسان، ويخطئ من يعتقد بأن الثعابين السامة تحتاج إلى وقت طويل كي تنتج السم بعد إفرازه في المرة الأولى، بل هناك أنواع من الثعابين بإمكانها لدغ ٣٠ شخصاً دون أن ينقص مخزونها من السم (شكل ١١٠).

الاحتماء: هناك عدة أنواع من الاحتماء تستخدمها الكائنات الحية لتتقي بها أعداها فبعض الكائنات الحية تستخدم بعض أجزاء جسمها مثل الصدفة في الرخويات والدروع في السلاحف وهي تركيبات غير حية متينة وصلبة لتحتمي من الخطر بان تحتمي وتتكور داخل أشواكها الحادة ومن أمثلتها القنافذ البرية والبحرية، كما توجد أنواع من الحشرات تفرز مادة مخاطية حول جسمها كي تبعد المفترس عنها كما توجد مجموعة أخري

تستعين بأصداف الحيوانات الميته الأخرى لتكون منها بيوت أو دروع واقية للحماية. كما يوجد نوع أخر من الاحتماء يحدث ضمن الجماعة حيث تحتمي الحيوانات بتجمعها مع بعضها البعض تاركين الصغار والحيوانات الضعيفة في وسط الجماعة ويستمر ذلك حتى زوال الخطر (شكل١١١).

الصراخ: تلجأ معظم الكائنات الحية للتحذير بالصراخ بصوت عال للدفاع عن نفسها وغالباً ما تقوم الحيوانات بالصراخ لتشتيت تركيز أعدائها وإفزاعهم كما أن للصراخ دوراً هاماً لطلب النجدة من بقية أفراد القطيع، ويلاحظ هذا السلوك الدفاعي في القرود بشكل عام حيث يتعاون أفراد القطيع مع بعضهم بالصراخ لدرء الخطر. كذلك تستخدم الطيور الصراخ للتحذير عند اقتراب الخطر كي يتمكن الصغار أو بقية الطيور من الهرب أو الاحتماء أو الطيران بعيداً عن مصدر الخطر (شكل ١١٢).

الرفس: تمتلك بعض الكائنات الحية قوائم قوية تستخدمها للدفاع عن نفسها أو صغارها عند الخطر وبعض الحيوانات تستطيع أن تستخدم قوائمها الأربع باي اتجاه، بينما البعض الأخر يستخدم فقط ان يستخدم إحدى قوائمه الخلفية أو الأمامية فقط (شكل ١١٣).

الهجوم للدفاع: كما يقال " أن افضل وسيلة للدفاع هي الهجوم"، واحياناً تنجح هذه الوسيلة الانتحارية بدرء المهاجم أو الخطر عن الضحية أو منطقته واحينا أخري لا تنجح. ولذلك نجد ان الحيوان لا يلجأ لاستخدام هذه الوسيلة "الانتحارية" ألا في الحالات القصوى التي يكون فيها الضحية في يأس من النجاة ته أو يهدد صغارة خطر داهم. ولا يفوتنا في هذا المقام أن نذكر ان الحيوانات التي تستخدم هذه الوسيلة الدفاعية الهجومية لديها الشجاعة الكافية لمجابهة الخطر دون أي اعتبار لحجمة وخطورته على حياتها.

إفراز روائح منفرة: يوجد لدى بعض الكائنات الحية وسيلة دفاعية مؤذية للمهاجم، وهي إطلاق مواد كيميائية كريهة الرائحة بشكل يعجز على المهاجم تحملها ومن ثم يطلق المهاجم ساقية هرباً من مصدر ذلك الأذى. فالثعالب والظربان، وبعض الثعبانين وطائر الدجاجة التركية، وبعض يرقات الحشرات عند الخطر تدعي الموت وتصدر رائحة عفنة تبعد المفترسات (شكل ١١٤-١١٥).

الضخ: هناك بعض أنواع الكائنات الحية تقوم بضخ مواد كيميائية على المهاجم بهدف تشتيت تركيزه والهروب من قبضت، وتلاحظ هذه الظاهرة في بعض الخنافس والعناكب والطيور والحبار والأخطبوط فلدي هذه المجموعة من الحيوانات المقدرة علي ضخ مادة كيميائية ذات خواص والوان ومميزات مختلفة فقد تكون المادة سوداء أو تشبه الحبر كما هو الحال في الحبار فتعمل علي إخفائه عن الأعين وتساعد علي هروبه وقد تكون المادة لزجة يقوم الطائر بضخها من مؤخرته باتجاه الصقر حينما يهاجمها فتلصق بريش الصقر وتقلل من حركته وسرعته وتبادر الحبارى بالهرب من المنطقة، وقد تؤدي هذه المادة إلى حدوث أذى كبير في عيني الصقر

في حالة أصابته إصابة مباشرة. أما في الخنفساء الماليزية والتي يوجد منها عدة أنواع وتنتشر فى عدة أماكن حول العالم وتلقب بسيدة الحرب الكيميائية، فلديها أشرس أساليب الدفاع وأعجبها، كأن جسدها الصغير الذى تراه أمامك هو مدفع حربى، أو بندقية كيميائية، لها القدرة على القيام بتفاعلات كيميائية داخل جسدها الصغير لإعداد السلاح، وعند وجود عدو تقوم الخنفساء بإطلاق قذائف من حمض مركز درجة حرارته مرتفعة جداً وهذا الأمر كفيل بإذابة جسد العدو. يتحكم فى إطلاق القذائف صمام محاط بعضلات قوية جدا مما يزيد فى قوة الإطلاق، تمتاز أيضا بقدرة جيدة على التصويب بدقة، مما يعنى أنك أمام قنبلة كيميائية صغيرة فالعبث مع هذا المخلوق الصغير الذى يبدو عليه الضعف والبراءة ، يعنى أن تتعرض لسائل مذيب قوي المفعول.

البصق: تلجأ بعض أنواع الكائنات الحية لبصق مادة كيميائية في وجه المهاجم كي تعيق حركته وتبعده عنها عند مهاجمتها، وقد يكون لبعض الحيوانات التي تمتلك مثل هذه الوسيلة الدفاعية بصقة مؤذية جداً وقد تكون البصقة في البعض الأخر البصقة غير مؤذية. فالكوبرا الباصقة يمكنها بصق السم على أعين المهاجم لمسافة تصل إلى ٣ امتار. وخيار البحر يقوم ببصق معدته للخارج لإعاقة المهاجم، ثم يعيدها إلى داخل جسمه بعد زوال الخطر والأسماك الثعبانية تقوم ببصق مادة مخاطية من فمها تجعل المهاجم في فوضى من آمره محاولاً التخلص من هذه المادة اللزجة وبعض الحشرات تقوم ببصق مادة لزجة على المهاجم وتعيق حركته ومن أمثلة ذلك بصقة العنكبوت الباصق، والذي يقوم بعمل بصقة لزجة تحتوي على خيوط من بطنة يشل بها حركة المهاجم للحظات كي يمكنه الفرار. كما يقوم حيوان اللاما بالبصق بوجه المفترس مسبباً له الأما في عينية (شكل ١١٦).

الخنق: تلجأ بعض الكائنات الحية مثل الثعابين خنق المهاجم مستخدمة في ذلك أجسامها وأطرافها في الضغط على جسمه وإعاقة حركته والتضييق على رئتيه مما قد يسبب له تكسير العظام والخنق وعدم القدرة علي التنفس مما يؤدي إلي الوفاة، وقد يكون الخنق عن طريق الإمساك برقبة الحيوان والضغط علي القصبية الهوائية كما هو الحال في الأسود والنمور وتكون النتيجة أيضا الموت المحقق للفريسة (شكل ١١٦).

الانفجار: من أعجب وأغرب وسائل الدفاع للكائنات الحية هي تلك الوسيلة الدفاعية التي تشاهد في السحلية المقرنة حيث تقوم بإخراج الدم من عينيها بما يشبه الانفجار مما يؤدي إلي اضطراب المهاجم وتلوثه بالدماء مما يؤدي إلي بعده عنها ويتركها إلي حال سبيلها ومن العجيب ان هذا الانفجار الدموي لا أي أذى لأعين السحلية. اما في النملة المتفجرة فهي بالفعل تنفجر أي تنتحر عند اقتراب الخطر ويتلوث المفترس بمادة كيميائية كريهة الرائحة كانت مخزنة في بطن النملة وبالتالي يتأذى المفترس ويبتعد عن بقية النمل وتنجو المستعمرة بفضل الله ثم ببسالة النملة المنتحرة (شكل ١١٧).

الأشواك: هناك بعض أنواع الكائنات الحية تتميز ببطيء الحركة عدم القدرة علي الركض أو الجري بسرعة ومن أمثلتها القنافذ البرية والبحرية والتي تدافع عن نفسها عن طريق الأشواك التي تغطي الجسم وهذه الأشواك غالبا ما تكون حادة وقد تكون مسممة أو غير مسممة ولذلك غالباً ما تكون مؤذية وتسبب الم شديد للمهاجم (شكل ١١٨).

الخداع بالتظاهر بالموت: في حيوان الأبوسوم "Opossum" وهو حيوان أمريكي، يعيش أيضا فى بعض دول أمريكا الجنوبية وأستراليا، يمتاز بأنه يستخدم أسلوبا سلبيا فى الدفاع غاية فى المكر والخداع، وذلك بالتظاهر بالموت حتى ينصرف الخطر، وله القدرة أيضا على إفراز مادة رغوية كثيفة على فمه، بما يوحى لأعدائه أنه مسمم، بل وحين يتظاهر بالموت يدخل فعلا فى حالة شبه الغيبوبة بما ينفر عدوه، وله القدرة على إفراز سائلا أخضرا قذر الرائحة من شرجه.

إفراز مواد للتخفي أو لزجة: في حيوان سمك الجريث (Hagfish) وهو حيوان بحرى، يعيش فى الأعماق. تعتمد الوسيلة الدفاعية علي إفراز مادة قادرة على تحويل الماء إلى مادة هلامية لزجة، تحيط بالعدو من كل الجهات وتحبسه داخلها مما يؤدى إلى اختناقه، ولا يمكنه الهروب مطلقا، فى بعض الأحيان تقع هي نفسها أسيرة للجيلاتين الذى أفرزته عن طريق الخطأ، فإن حدث ذلك تقوم بعقد جسدها على شكل عقد للتخلص من الجيلاتين (شكل ١١٩-١٢٠).

الكهرباء: تستخدم بعض الكائنات الحية الصدمات الكهربائية في شل حركة المهاجم وردعه. ومن البديهي أن تكون جميع الكائنات الحية التي تستخدم هذه الوسيلة الدفاعية تعيش في الماء مثل الأسماك، لأن الماء موصل جيد للكهرباء، حيث تطلق الأسماك التي تتميز بهذه الطريقة الدفاعية شحنات كهربائية قوية جداً تعمل علي شل حركة المهاجم وابتعاده وفرارة بشدة قبل الوصول اليها. من أكثر أنواع السّمك الباعث للكهرباء انتشارًا هو سمكة الشفنين الكهربائي (الملقّب "طوربيدو") من عائلة أسماك القرش. يتكوّن غذاؤها الأساسي من الأسماك الصغيرة والكائنات البحريّة الأخرى. وتتلخّص طريقة صيده للفريسة بصعقها بالكهرباء، لكي لا تستطيع الهروب، بواسطة توليد فارق جهد كهربائي يصل إلي عشرات الفولطات ويقع بين الجزء الأمامي والخلفي من الجسم. يتدفق تيار كهربائي من جزء السمكة الأمامي ويعبر الماء بدائرة حتّى القسم الخلفي من جسده ليكمل الدائرة الكهربائيّة التي تمرّ، أيضًا، في جسم الفريسة. لماذا لا يصعق هذا التيّار سمكة الشفنين كذلك؟ على ما يبدو، إنّ رأس السّمكة موجود خارج هذه الدائرة الكهربائية، وكذلك فإنّ مبنى جسده يؤدّي إلى مرور التيّار عبر "قنوات" لا تمرّ فيها أيّ أعصاب أو عضلات. إنّ مقارنة الإنسان أيضًا بسمكة الشفنين الكهربائية قد لا تكون ظريفة، لكنّها ليست خطرة على وجه العموم. وفي مجاري المياه العذبة في البرازيل، وفي حوض نهر الأمازون، تعيش ثعابين الماء الكهربائية، وهي مشحونةٌ بكهرباء قويةٍ جداً، إذ يكفي أن يلمسها الإنسان مرةً واحدة، ليصاب

بصدمةٍ كهربائية لا ينساها طوال حياته. هذا الثعبان، طوله يزيد عن مترين، أربعة أخماس جسمه مليءٌ بأجهزة توليد الكهرباء، وتخزينها، كالمولدات الكهربائية، لتعطي تيار كهربائي قوي

السلوك الغذائي:

تتعدد الأنماط الرئيسية للعلاقات بين الكائنات الحية وتأخذ العديد من الأشكال فقد تكون علي هيئة افتراس، وهي علاقة مؤقتة بين كائنين حيين احدهما يسمى المفترس والآخر الفريسة تنتهى باستهلاك الفريسة أو جزء منها ولا تقتصر تلك الظاهرة السلوكية فهي تشاهد في عالم النبات أيضا وقد تعرضنا لذلك سابقا في الحديث علي النباتات أكلة اللحوم. ومن العلاقات أيضا المعايشة وهي علاقة سطحية بين كائنين حيين يعيش فيها احدهما مع الآخر بحيث يعود النفع كله علي المتعايش بينما المضيف لا يعود عليه أي فائدة ولا يصيبه أي ضرر ومن أمثلة ذلك المعايشة بين البكتريا والأنسان أو الحيوان ومن العلاقات تبادل النفع أو التكافل وهي علاقة بين كائنين يعيشان معاً ويتبادلان الفائدة ويعتمد كل منهما عن الأخر اعتمادا ايضيا ومن أمثلة ذلك تبادل النفع بين النمل الأبيض ونوع من الحيوانات الأولية ذات الأسواط ومن العلاقات التطفل: وهي علاقة بين كائنين حيين يعتمد احدهما على الأخر اعتمادا ايضيا حيث يستمد منه الغذاء المهضوم جزئياً أو كليا ويلحق به أضرار مختلفة ومن أمثلة ذلك الطفيليات والبكتريا الممرضة ومن العلاقات الترمم وهي علاقة بين كائنين أحدهما حي ويسمي المترمم والأخر ميت ومن أمثلة ذلك ترمم الفطريات كبيرة الحجم نسبيا مثل عش الغراب وسوف نستعرض فيما يلي السلوك الغذائي للحيوانات بدء من الأوليات وحتي الحيوانات الثدية. وسوف نستعرض فيما يلي سلوك التغذية في الأوليات والحيوانات الفقارية.

الأوليات: تعد الأوليات مثل الأميبا من أبسط *الأوليات* تركيبًا، وبالرغم من ذلك فإن خليتها الواحدة تلك تؤدي كلَ مهامِ الحياة ومنها التغذية. تتغذي الأميبا على الكائنات الميكروسكوبية الصغيرة حيوانية كانت أو نباتية ومن أمثلة ذلك الدياتومات والبكتيريا والحيوانات الأولية الأخرى والجزيئات الصغيرة الناتجة من تحلل الحيوانات والنباتات المائية. وللأميبا القدرة على الامتناع عن الغذاء لمدة قد تصل إلى ٢٠ يوما وفي هذه الحالة يقل الحجم إلى ما يصل إلى ٥٠٪ من حجمها الأصلي. وعندما يتواجد الغذاء تتكون الأقدام الكاذبة على جانبي الغذاء وفوقه وبالتحام هذه الأقدام الكاذبة يحاط الغذاء إحاطة تامة بالسيتوبلازم ويصبح الغذاء محبوسا في فجوات مع قليل من الماء في تجويف يعرف بالفجوة الغذائية. وبعد تكون الفجوة الغذائية يفرز السيتوبلازم في الحال عصارة هاضمة في التجويف الغذائي تكون حمضية في أول أطوار الهضم، ثم تتحول بعد ذلك إلى فجوة قلوية وهي تتشابه في ذلك مع ما يحدث أثناء عملية الهضم في الإنسان. والمعتقد أن الإنزيمات المفرزة قادرة على هضم البروتين والكربوهيدرات ولكنها غير قادرة على هضم الدهن. بعد اكتمال عمليات الهضم تنفذ المواد المهضومة إلى السيتوبلازم وتدخل في تركيبه مما يؤدي إلى نمو الحيوان. أما المواد الصلبة المتخلفة

عن عمليات الهضم فيتخلص الحيوان منها بطردها إلى الخارج. فعندما يتحرك الحيوان تقترب الفجوة الغذائية من سطح الجسم فتنفتح طاردة ما فيها من بقايا الغذاء في الماء (شكل ١٢١).

الحشرات: تتغذّى الحشرات علي كميّات هائلة من الطّعام فمنها ما يتغذّى على النّبات ومنها يتغذّى على اللّحوم ومنها ما يتغذّى على الرّيش ومنها ما يتغذى علي الدّم، ومنها من يتغذّى على صغار الحشرات الأخرى ومنها من يتغذّى على دم الثديّات مسببا أو ناقلا للعديد من الأمراض ومنها من يتغذّى على رحيق الأزهار، وبناء علي ما تقدم من تنوع هائل في المواد الغذائية للحشرات امكن تقسيمها الي ثلاثة مجموعات رئيسية هي ماسحات وهي التي تتغذّى عن طريق مسح الطعام بفهم مثل الذباب. والماصات وهي حشرات تحتوي علي فم يشبه الأنبوب، ومن أبرز الأمثلة عليها حشرة البعوض والقارضات مثل الخنافس الأرضيّة والصرصور. وبناء علي ذلك تسبب الحشرات بأنواعها المختلفة أضراراً متعددة للإنسان والحيوان والنبات ولا ترجع أخطار الحشرات لأعدادها الكبيرة فقط ولكن لأدوارها الخطيرة في حياة الإنسان وبيئته والكائنات المعايشة له. فالكثير من الحشرات يكون ضرره مباشراً بتغذيتها على المنتجات والمواد التي يستعملها الإنسان. أو يكون الضرر غير مباشر بنقله العديد من مسببات الأمراض للإنسان والحيوان والنبات مؤدياً إلى خسائر فادحة، للنباتات فتسبب ضعف نموه وقلة إنتاجيته فتزداد الخسائر الزراعية. فقد تقرض أنواع كثيرة من الحشرات الأوراق أو البراعم أو الأزهار أو الثمار مسببة خسائر كبيرة وقد تهاجم بعض الأنواع أجزاء النبات المختلفة فتمتص العصارة النباتية وقد تحفر بعض الحشرات أنفاقا في الجذر أو الساق أو البراعم أو الأوراق أو الثمار آو البذور وتتغذى على المحتويات الداخلية لهذه الأعضاء محدثة أضرارا بالغة قد تودي بحياة النبات وقد تفرز بعض الحشرات مواد بداخل الأنسجة النباتية محدثة أوراما وانتفاخات تسكن وتتغذى بداخلها. اما عن ضررها المباشر علي الأنسان فحدث ولا حرج فعلي الرغم من ان الحشرات الضارة بالإنسان لا تمثل أكثر من ١٪ فقط من مجموع أنواع الحشرات إلا ان لها دوراً إيجابياً فقد تتطفل علي الأنسان خارجيا أو داخليا فتمتص دمه آو تسهم بنقل الأمراض من فرد مصاب إلى آخر معافى كأنواع القمل والبراغيث والبعوض (شكل ١٢٢).

الأسماك: قد يتمكن العديد من الأشخاص من تمييز نوعية الأسماك التي يتناولونها ضمن وجبة ما، كما يمكن لهم تخمين طبيعة البيئة المائية التي كانت تعيش فيها من جهة حلاوتها وملوحتها، إلا أن أحدا لا يخطر له أن يتساءل عن السمات الشخصية التي كانت تتميز بها كل من تلك الأسماك قبل أن تنتهي إلى مائدة الطعام. وفيما يبدو هذا التساؤل غريباً بالنسبة للكثيرين، إلا أن باحثين من جامعة غولف الكندية يؤكدون على أن الأسماك تمتلك سمات شخصية متباينة تميزها عن بعضها البعض، وذلك على نحو مشابه لما هو حاصل بين البشر. وبحسب الدراسة التي نشرتها دورية سلوك الحيوان، فإن الأسماك تختلف في السمات الشخصية التي تميزها عن بعضها، فمنها من يميل إلى المغامرة، ومنها من يظهر عدوانية واضحة، فيما تبدو أسماك أخرى

أكثر "اجتماعية". ويقول الباحثون بأن السلوكيات المتطورة عند الأفراد يمكن أن تتأثر باختلاف الشخصية فيما بينها، حيث عملوا على اختبار استراتيجيات التغذية عند صغار سمك السلمون، والتي كانت تعيش في أحد الأنهار الواقعة قرب مدينة تورنتو الكندية. وتفيد النتائج بوجود نوعين من الأسماك؛ الأول كان نشيطاً يسبح نحو السطح بعيداً عن ضفة النهر، والنوع الثاني بقي قرب القاع حيث يقتات على ما يمر بالقرب منه. وتضمنت الدراسة جمع عينات من كلا النوعين من السمك وتركها تعيش في حوض مائي خارج النهر، حيث تبين أن الأسماك النشيطة لم يتغير نشاطها بشكل واضح، فقد قضت فترة أطول في السباحة بعيداً عن قاع الحوض، وذلك لدى مقارنتها مع النوع الآخر الذي كان يفضل أن يبقى ساكناً وينتظر الطعام ليأتيه. ويأمل الباحثون أن تساعد نتائج البحث في التعامل مع المحاصيل السمكية بشكل أفضل من خلال مراعاة الفروق في السمات الشخصية بين مجموعات الأسماك وذلك عند وضع الأنظمة لمنع اصطياد الأسماك، حتى لا يحدث ذلك اضطراباً في التنوع السمكي. إذا لاحظتم سلوكيات الأسماك عند البحث عن الطعام، ستلاحظون أن أسماكا أخرى تنجذب إلى القيام بنفس السلوك أي أن الأسماك تتواصل مع بعضها البعض وتقلد بعضها البعض. وتتجلي هذه الخاصية في الأسماك التي تقوم بالصيد الجماعي ففي سمكة التنين والتي تشتهر بسمِّها المؤلم، ولونها البرتقالي والأبيض، وأشواكها السامة المخيفة التي تبرز من ظهرها، وزعانفها الأنيقة. ومع أنها تسبح بتراخٍ، فإنها في الواقع ضارية نَشِطة وماهرة وتصطاد في مجموعاتٍ باستخدام تكتيكات معقَّدَة بدرجة مذهلة حيث تتخذ مجموعات من الأسماك مواقعها حول أسراب من الأسماك الأصغر حجمًا، وتستخدم زعانفها الصدرية التي تشبه المروحة لتحجز فرائسها «مثلما يفعل الصيَّادون بشباكهم». بعد ذلك، يتبادَل السمك الأدوار في الاندفاع وسط سرب الفرائس، بحيث يصطاد سمكةً واحدةً في المرة ثم يعود إلى موقعه لتبدأ سمكة أخري في الهجوم وهكذا. كما اظهر بحث أخر أن سمك القُشر المرجاني يستخدم إشاراتٍ خاصةً للاستعانة بسمك المّوراي الضخم. وتتعاون السمكتان على الصيد، بحيث تطارد سمكةُ المّوراي الفريسةَ التي تختبئ في الشقوق والثغرات، فيما تمسك سمكة القُشر السريعة أية فريسة تفرُّ إلى المياه المفتوحة. لكن خلال هذه المطاردات، كل ما يفعله الشريكان هو أنهما يصطادان فرائسهما متجاورين، معتمدَيْن على قدراتهما التكميلية (شكل ١٢٣).

البرمائيات: في بداية حياتها والتي تستمر لمدة أسبوع تتغذي صغار الضفادع والتي تعرف بالشرغوف والذي يعيش في الماء علي الطحالب ثم يعقب تلك المرحلة تحول الشرغوف إلى ضفدع بالغ يعيش ما بين اليابسة والماء، ويتغذى علي أنواع كثيرة من الكائنات منها علي سبيل المثال لا الحصر الحشرات مثل الذباب والبعوض، والديدان الحلقية والرخويات ومنها بطنيات القدم والحلزونات، كما تتغذى البرمائيات أيضا على الأسماك الصغيرة وصغار الضفادع وصغار الطيور والسحالي والفئران. وتشكل الحشرات غذاء مهم للضفادع ويساعدها في ذلك لسانها الطويل الدبق والذي يمكنها من التقاط الفرائس بسرعة كبيرة حيث تظل رابضة بدون حراك

متخفية بين الحشائش حتي يحين موعد الانقضاض علي الفريسة وذلك بدفع لسانه اللزج الطويل في اتجاه الفريسة وهي متحركة فتتمكن من اصطيادها. ولا يوجد أية عملية تعاونية بين الضفادع في الحصول علي الغذاء حيث يحصل كل منهم علي غذائه منفردا (شكل ١٢٤).

الزواحف: تتغذى معظم الزواحف علي مصادر متنوعة من الغذاء فبعض السحالي تتغذي علي النباتات، في حين تتغذى السلاحف علي النباتات والرخويات مثل القواقع ، وكذلك تتغذى بعض الثعابين علي بيض الطيور وتتغذي التماسيح علي الحيوانات الكبيرة مثل الطيور والثدييات وعندما تصطاد التماسيح فرائسها فإنها تغرقها في الماء قبل التهامها، وتشلّ الزواحف السامة فريستها بالسم قبل التهامها، أما الأصلات فتكتم أنفاس فريستها بالالتفاف حولها وعصرها. وقد تبقى الزواحف دون غذاء فترات طويلة، وقد لا يتغذى الثعبان عدة أسابيع بعد أكله وجبة كبيرة (شكل ١٢٥).

الطيور: الطيور كسائر الحيوانات الأخرى قد تكون نباتية وقد تكون لاحمة، فالنباتي منها يتغذى علي البذور أو الثمار أو الأوراق النباتية أو رحيق الأزهار ، أما الطيور اللاحمة فتغتذي علي مصادر متعددة مثل الحشرات أو الديدان أو يرقات الحشرات أو القواقع، أو الأسماك، أو صغار الفئران ومن المعروف ان الطيور الجارحة مثل النسور والعقبان من المفترسات ومن اكثر أنواع الطيور اللاحمة شهرة وسوف نستعرض فيما يلي سلوكيات بعض من هذه الطيور المفترسة في حصولها علي الغذاء.

العقبان: تتميز العقبان بحجم كبير هائل وأجنحه تصل إلى ثلاث امتار مع ارجل قويه وأجسام قويه هذا ما يجعلها ان تتغذى بالانقضاض على الثديات مثل الذئاب أو الثعالب أو الكلاب أو الثعابين أو الغزلان أو الأسماك وسوف نلاحظ ان الطائر العقاب مع كبر حجمه إلا انه لا يستطيع ان يعدو بمطارده طائر صغير في السماء لقلة قدرته علي المناورة ولا يضطر العقاب في مطاردته للطيور لا اذا كان جائع ولم يجد من المفترسات الأرضية ما يسد به رمقه. وللعقبان القدرة علي رفع غزال صغير والطير به لمسافات طويله كما انه كباقي المفترسات الأخرى يقوم بالقبض على الفريسة بمخالب قوية ثم يقوم بذبحها والوثب عليها بأرجله حتى يتأكد من موتها ثم يقبض علي فريسته ويطير بها إلى وكره ليتغذى عليها هو وصغارة. ولا تتغذى العقبان في مكان الافتراس إلا اذا كانت جائعة. وبذلك يمكننا القول بأن عمليه الاغتذاء في العقبان تعتمد بصوره فرديه على الطائر ولا تحدث بصورة جماعية كما ان العقبان لا تأكل الجيف الميته مطلقا بل تأكل من صيدها وتحب ان لا يشاركها احد فيه ولذلك لا يجرؤ أي طائر أخر من الاقتراب منه أثناء تناولها صيدها.

النسور: تتشابه النسور فى الحجم مع العقبان إلا أنها تختلف عنها في أن ارجلها اضعف والقوه الجسمانية اقل ولذلك تعتمد النسور علي الاغتذاء بصوره جماعيه باستثناء النسر المصري الذى يعتبر من اكثر النسور ذكاء ويحصل علي غذائه بصورة فردية. كما يوجد أنواع كثيره من النسور تتغذي علي الجيف الميته وبقايا مفترسات

الأسود والضباع أو الحوينات النافقة فى الغابات وتعتمد هذه الطريقة الجماعية بان كل طائر يطير فى مساحه كيلو متر مربع فى سماء المناطق المكشوفة من الغابات فى ارتفاع شاهق ويكون بجانبه على بعد كيلو متر مربع طائر أخر يأخذ مساحه بجانبه هو الأخر وهكذا حيث يمكن لقطيع من طيور النسور ان يغطى مساحه متسعه جدا من الغابات وهنا يكون الكل يعمل فى دائرة مشتركه للبحث عن الجيف الميته أو الحيوانات التي تُفتَرس من قبل الأسود والضباع وتحيد أماكنها والنسر الذى يرصد هذه الحالة يقوم بعمل ارتفاع ملحوظ فى الهواء على شكل دائر لينبه النسور التي تحلق بجانبه ويقوم بعمليه الإنزال فيتبعه باقي الأفراد بنفس الطريقة حتى يمكن ان يأتي نسر من على بعد ٢٠٠ كيلو متر مربع ويلاحظ ذلك عند مشاهده مقطع لنزول النسور على الفريسة واحد تلو الأخر كما يتغذى كل نوع من أنواع النسور على أجزاء متخصصه من الجثة وبهذا يبدا كل نوع من افتراس الأجزاء الخاصة به مما يمنع أو يحد التنافس بين النسور ان صادف تواجدها على نفس الفريسة.

الصقور: الصقور من ارشق المفترسات الطائرة وأسرعها وهى تعتمد بصوره رئيسيه على الاقتناص فى الهواء لأنها تتمتع بمهاره بالغه فى ذلك وتختلف طرق صيد الفرائس فى الهواء باختلاف النوع فالصقر الحر يختلف عن صقر الشاهين في الحجم ألا انهما يحصلان علي فرائسهما أثناء الطيران في الجو وبالرغم ان الصقور تتميز بأحجام صغيره فهي لا تصطاد الطيور الكبيرة جدا بل تكتفى بالطيور التي تناسبها فى الحجم أو تزيد علي أحجامها بنسبه بسيطة. عادة ما تقوم الصقور بضرب الطائر فى الهواء أو الإمساك به وهذا يختلف على حسب حجم الفريسة والنزول بها إلى الأرض وافتراسها كما ان الصقور تختلف بين أنواعها فى طرق الصيد فى الهواء.

الثدييات: في الحيوانات الثدية توجد ثلاث مجموعات رئيسية من حيث الغذاء وهي الحيوانات العواشب وهي التي تعتمد على النبات لغذائها، والمجموعة آكلة اللحوم، واللواحم وهي التي تعتمد في غذائها علي افتراس الحيوانات الأخرى ثم المجموعة الثالثة ويطلق عليها الحيوانات متنوعة التغذية أي التي تأكل اللحوم والنباتات معا.

العواشب: بين العواشب توجد أنواع من الحيوانات ترعى الحشيش والأعشاب التي تنبت على سطح الأرض، كالغنم والبقر والخيول، والغزلان، والجواميس. وثمة أنواع أخرى تقتات بأوراق الشجر والأغصان الطرية والثمار، ومن أمثلتها الزرافة والفيل والماعز والباندا. وتختلف أنواع الأسنان لدى كل نوع. فالأعشاب قاسية وغالبا ما تكون مغبرة أو عليها رمل، لذلك يحتاج الحيوان إلى مضغها جيدا، وهكذا فإن أسنان الحيوانات الراعية للأعشاب طويلة تتحمل طول الاستعمال، بينما آكلة أوراق الشجر أسنانها أقصر.

اللواحم: آكلات اللحوم تفترس جميع أنواع الحيوانات الأخرى تقريبا، وتضم هذه المجموعة أنواعا متعددة من الحيوانات تتراوح بين مخلوقات ميكروسكوبية صغيرة وبين مخلوقات ماهرة بالصيد مثل القرش والنسر والأسد ويطلق علي هذه المجموعة من الحيوانات الصيادة فهي تتقن فن الصيد وتستعمل لذلك أساليب مختلفة للفوز بفريستها وهذه الأساليب تتغير بتغير طريقة الفريسة بالدفاع عن نفسها. وكثير من اللواحم الصيادة تعتمد على التخمين في بحثها عن الطعام، فهي تتوقع أن تجد ما تفترسه في مكان ما، وتعتمد على حواسها لإيجاد الفريسة. بعض الطيور المائية تفتش في الوحل، في المياه الضحلة، عليها تحظى ببعض الديدان أو الحيوانات الأخرى الصغيرة. يمد يديه تحت الماء بحثا عن أنواع من الأسماك. وثمة حيوانات أخرى تتبع آثار فريستها بهدوء وحذر إلى أن تصبح على مسافة تستطيع بها الانقضاض عليها. فالقطط الضخمة، كالأسد والفهد تدب زاحفة بهدوء وبطء، خافية جسمها بين الأعشاب حتى تصبح قرب الفريسة. والصقر يتوقف عن الحركة في الجو حتى تتحول عيون فريسته عنه فينقض عليها. والكمين هو الأسلوب الشائع لدى الحيوانات الصيادة، فهي تختبئ بلا حركة لحين اقتراب فريستها منها. وكثير من الحيوانات ٢٥٠ فيها بانتظار الحشرة الغافلة اما الحيوانات التي تتغذى باللحوم وبالنباتات فهي مجموعة من الحيوانات تأكل ما يتيسر لها من غذاء، من اللحوم أو الأعشاب أو النباتات.

سلوك الغزل والتزاوج

يعتبر التكاثر مظهر هام من مظاهر الحياة للمحافظة على البقاء واستمرار النوع. وهناك نوعان أساسيان من التكاثر في الحيوانات التكاثر اللاجنسي والجنسي وسوف نستعرض فيما يلي اهم المظاهر في كل نوع.

التكاثر اللاجنسي:

في هذا النوع من التكاثر لا يحتاج النوع إلى البحث عن الجنس الأخر ولذلك يحدث هذا النوع من التكاثر في الكائنات وحيدة الخلية وبعض أنواع الحيوانات اللافقارية كالإسفنج والجوفمعويات. وتختلف طرق التكاثر اللاجنسي في الحيوانات فمنها الانقسام الثنائي البسيط وفية ينتج فردان جديدان من الحيوان الأم أو التكاثر المتعدد وفيه ينتج من الحيوان الأم مجموعة من الحيوانات الأصغر حجما، ومن التكاثر اللاجنسي أيضا التبرعم وفيه يتكون على الحيوان الأم برعم جانبي ينمو ليكون حيوان جديدا ومنها أيضا التجدد وفيها ينشطر الحيوان الأصلي إلى مجموعة من الأجزاء ينمو كل جزء ليكون حيوان جديدا. ومن مميزات هذا النوع من التكاثر أن الحيوانات الناتجة تكون جميعها متشابهة، تحمل الصفات الجينية الأساسية للحيوان الأم. ومن أمثلة ذلك ما يحدث في الحيوان الأولي الأميبا. فعندما تبلغ الأميبا نهاية الحجم لا تستطيع الاستمرار في الزيادة أكثر من ذلك. وللمحافظة على النوع تلجأ في الظروف العادية إلى التكاثر بنوع خاص من طرق التكاثر يطلق عليه الانقسام الثنائي البسيط وهو نوع من الانقسام الغير مباشر، وفيه تنقسم النواة بالاختناق إلى نصفين ثم

يعقب ذلك اختناق السيتوبلازم إلى قسمين يحوي كل منهما نواة، وبذلك يتكون فردان جديدان ولا تستغرق هذه العملية فترة زمنية طويله بل تكتمل أحداثها فيما يقرب من ساعة. وبعد الحدوث ينمو كل حيوان من الحيوانات الناتجة حتى يصل إلى الحجم الأصلي ثم تتكرر العمليات. وبذلك يتضح أن الصفات العامة للأميبا لا تفنى بل تنتقل باستمرار إلى الأبناء فكل أميبا جديدة تحتوي على جزءا من الأميبا الأم. أما إذا أصبحت الظروف البيئية قاسية كأن يجف الوسط أو يقل الغذاء أو تتغير الظروف المحيطة بالحيوان وتصبح غير مواتية للمعيشة تلجأ الأميبا إلى المحافظة على النوع وعدم التعرض للفناء وذلك بأن تتكور وتفرز حول نفسها غلافا واقيا يُعرف بالحويصلة ثلاثية الطبقات يمكن من خلالها توفير الحماية للحيوان ولذلك تقبع الأميبا داخل تلك الحويصلة وتنخفض سرعة العمليات الحيوية بدرجة كبيرة طالما استمرت الظروف الحياتية غير مواتية. فإذا تغيرت الظروف المحيطة وأصبحت مواتية لمعيشة الحيوان ذابت الحوصلة وخرجت الأميبا لاستئناف حياتها الأولى ولا تعتبر تلك الطريقة من حيث الناتج طريقة من طرق التكاثر ولكن لوحظ أحيانا حدوث انقسامات عديدة داخل الحوصلة تبدأ بانقسام النواة إلى عديد من الأنوية يحاط كل منها بجزء من السيتوبلازم. وعند تغير الظروف البيئية تذوب الحويصلة وتخرج الأفراد الصغيرة على شكل أميبات صغيرة ذات أقدام كاذبة مدببة، تنشط وتمارس حياتها.

التكاثر الجنسي:

التكاثر الجنسي هو الأكثر شيوعا في التكاثر بين العديد من أنواع الحيوان خاصة ما يحتل منها المرتبة العليا في التصنيف مثل الأسماك والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات كما يحدث أيضا في العديد من الحيوانات اللافقارية مثل القشريات والحشرات والديدان الأسطوانية والديدان الخيطية والرخويات والجلد شوكيات. ويتطلب هذا النوع من التكاثر تكون جاميطتين أحداهما جاميطه مؤنثة تنتجها الأنثى ويطلق عليها البويضة والأخرى جاميطة مذكرة تتكون من الذكر ويطلق عليها الحيوان المنوي ومن الملاحظ ان الجاميطه المذكرة غالبا ما تكون اقل حجما من الجاميطة المؤنثة. بعد تكون الجاميطات واقترابهم من بعضهم البعض يحدث الأخصاب حيث تتحد الجاميطتان معاً ليتكون الزيجوت أو البويضة المخصبة والتي تحمل نصف محتواها الوراثي من الأم والنصف الأخر من الأب. دائما ما تكون إحدى الخليتين أكبر من الأخرى ولا حاجة لها للتحرك وهي خلية البويضة أما الخلية الأخرى فأصغر بكثير، ولها ذنب طويل كالسوط وهذه هي الخلية المنوية الذكرية. وعندما تتحد البويضة والخلية المنوية تجتمع العناصر الوراثية من الأم والأب. ومن الجدير بالذكر الإشارة إلى ان بعض الحيوانات مثل الإسفنج والمرجان يستخدم الطريقتين في التناسل أي لهذه الحيوانات القدرة على التناسل جنسيا ولا جنسي في دروتها الحياتية. وأثناء التكاثر اللاجنسي ينتج الحيوان برعما على جانب الجسم، وقد ينفصل البرعم عن الحيوان الأم أو يبقي متصل كبداية لتكوين مستعمرة جديدة تتكون من العديد من الأفراد

المتصلة ببعضها البعض. أما في التكاثر الجنسي فيطلق الحيوان الأم بويضات وجراثيم منوية يتحدان في الماء وينشأ الزيجوت والذي يتطور سريعا إلي يرقه والتي تنمو وتتحول إلى مخلوقات جديدة. وسوف نستعرض فيما يلي بعض من صور التزاوج في الحيوانات الفقارية وسلوكيات التزاوج.

الأسماك: تتكاثر الأسماك جنسياً ويتم ذلك عن طريق أتحاد البيضة المنتجة من السمكة الأنثى والحيوان المنوي الذكري لتشكيل بويضة مخصبة عن طريق عمليتي التلقيح والإخصاب، والشكل العام والأغلب للأسماك بأن تتم هذه العملية خارج جسم الأنثى حيث أن الأنثى تخرج بيضها للماء ويخرج الذكر بنفس الوقت حيواناته المنوية، أي أن عمليتي التخصيب والتلقيح تتمان في خارج الجسد وفي الماء ثم يعقب ذلك ان تقوم الأنثى بتجهيز العش الذي ستضع به البيض المخصب، وفي بعض الحالات يخصب الذكر البيض مباشرة بعد وضعه بالعش من قبل الأنثى ليتم أتحاد البويضات والحيوانات المنوية لإتمام عمليتي التلقيح والتخصيب بشكل مناسب . وغالبا ما تتأثر هذه العملية بالعديد من المؤثرات مثل درجة حرارة والتي تختلف في العديد من الأنواع ولذلك يلاحظ اختلاف ميعاد وضع البيض في الأنواع المختلفة والتي قد تحدث في فصل أو شهر معين من السنة لتكون هنالك بيئة مناسبة لعملية التفريخ وأخصابه وتوفر وسط مناسب للبيض يحميه من الأعداء ويكون مناسب للاختباء والتمويه .وتصنف الأسماك من حيث نوعية وضع المواليد إلى صنفيين أولهما الأسماك التي تتكاثر عن طريق الولادة، ويتم بها تلقيح البيض داخل رحم الأنثى ويفقس داخل الرحم ويتم نمو الجنين حتى ينمو بشكل مناسب ويصبح جاهزاً للخروج، ويكون ذلك بسبب الخوف من افتراس الأجنة من الأسماك الأخرى أو افتراسها من الذكور ومن أمثلة ذلك أسماك القرش والسمكة المسماة بأبي منقار. وثانيهما الأسماك التي تتكاثر عن طريق البيض، وهي الأغلبية الساحقة سواء كانت صغيرة أم كبيرة ولا يهم عمر السمكة أو شكلها أو حجمها، ومن أنواعها أيضاً السمك الفموي وهو الذي يحتفظ بالبيض داخل فمه حتى تتم عملية التفقيس، وتحمل الإناث والذكور البيض في فمها على حد سواء، وبعض الأسماك كسمكة القد تضع الأنثى أكثر من ٩ ملايين بيضة في المرة الواحدة لكن لا ينجو منها إلا عدد قليل بسبب الافتراس من الأسماك الأخرى. اما عن كيفية اختيار مكان التزاوج فبعض الأسماك تتكاثر وتتزاوج في مواطنها والبعض الأخر يتزاوج في مناطق بعيدة عن موطن المعيشة ولذلك يلزم الكثير من أسماك المياه العذبة قطع مسافات قصيرة للوصول إلى مناطق إطلاق أمشاجها. فقد يكون ذلك مجرد انتقال الأسماك من المياه العميقة لأحد الأنهار أو البحيرات إلى المياه الضحلة القريبة من الشاطئ ولكن قد تهاجر أنواع أخرى من السمك لمسافات طويلة جدًا لتبيض، فمثلاً، يقطع أنقليس المياه العذبة الأوروبية نحو ٥.٠٠٠ كم في المحيط ليصل إلى مناطق إطلاق أمشاجه في غربي المحيط. وتتعرف الذكور والإناث علي بعضها باختلاف مظهرها، فإناث بعض الأنواع تكون أكبر من ذكورها. وتكتسب ذكور بعض الأنواع الأخرى ألوانًا زاهية فريدة في موسم التزاوج. ومن بين الأسماك الأخرى، قد تبدو

الأجناس متشابهة تماما بحيث لا يمكن التمييز بينها إلا باختلاف سلوكها من التودد لجذب الإناث. قد يسبح ذكر منهمكًا في الغزل حول الأنثى عدّة مرات، أو يؤدّي رقصة مثيرة ليجذب انتباهها. وقد تعلن ذكور بعض الأنواع عن منطقة نفوذ لإطلاق الأمشاج ويقاتل أيّ ذكر دخيل آخر. وقد تقوم بعض الأنواع، وبخاصة تلك التي تعيش في المياه العذبة، ببناء أعشاشًا تضع فيه بيضها. وفي ذكر السمكة السيامية المقاتلة يقوم الذكر بتكوين فقاقيع هوائية يلتصق بعضها بالبيض وبعد ذلك يجمع البيض في فمه ثم ينفخه داخل العش الذي تم أعداده لذلك. وفي سمك ذي الثلاث شوكات أحداث رائعة، فالذكر يختار منطقته السفاديه بعناية ثم يطرد منها غيره من الأسماك ثم يقوم بجمع بعض النباتات ويشكل منها كومة صغيرة يشق فيها طريقا يصبح عُشاً له. وفي هذه الأثناء يتغير لون جسمه الداكن فيصبح بطنه أحمر فاقعًا، وظهره أبيض مائلاً إلى الزُرقة ثم يأخذ في مغازلة الإناث بالسباحة تجاه الإناث المنتفخة البطن وعمل رقصات مستمرة يلفت بها نظر الأنثى اليه، ويستمر في رقصاته وحركاته حتى تتبعه الأنثى إلى عشه، وتضع بيضها ثم تسبح بعيدًا عنه، ثم يقوم الذكر بإخصاب البيض في العش. ويبقى بالقرب منه لحمايته وحماية الصغار بعد الفقس. فمن الذي علم هذا النوع من الأسماك ذلك السلوك، انه سلوك فطري تقوم به جميع الذكور بنفس الشكل وبنفس النمط ولذلك فهي مفطورة على هذا النمط السلوكي المتأصل في جهازها العصبي.

البرمائيات: تتكاثر البرمائيات عادة خلال أوقات المطر، حيث تتجمع بالليل في مجموعات كبيرة فيسهل على كل منها أن يجد شريكه. ويحدث الإخصاب، وهو التحام البيوض مع النطاف في الضفادع والعلاجيم، خارج جسم الأنثى، بينما يتم الإخصاب بداخل جسم الأنثى قبل وضع البيض في السلمندرات والبرمائيات السحلية. وفي كثير من البرمائيات تضع الإناث عددًا كبيرًا من البيض مرة واحدة، حيث تنمو بداخلها، وتفقس اليرقات في العادة في المياه، أو في مكان رطب. وبيض البرمائيات غير مغلف بقشور، ولكن تغطيه مادة هلامية شبيهة بالجلاتين. ويترك الأبوان البيض عادة دون حراسة، وإن كان بعض الضفادع والعلاجيم يحمل البيض حتى يفقس، بينما تلف البرمائيات السحلية نفسها حول بيضها. ويفقس البيض يرقات ذوات خياشيم وذيل مفلطح، وقد يكون لها أرجل أمامية صغيرة. وتُسمى يرقات الضفادع والعلاجيم أبو ذنيبه ويستغرق تَشَكُّل هذه اليرقات حتى تصبح مكتملة النموّ مدة تتراوح بين أسبوعين وعدة أشهر، حيث تفقد هذه اليرقات خياشيمها تدريجيًا، وتنمو معها الرئتان. وتظهر في طور أبي ذنيبه الأرجل الخلفية قبل الأرجل الأمامية. كذلك تحدث تغييرات في كل من العيون، والجهاز الهضمي والأعضاء الأخرى، لتجعل الحيوان البرمائي قادرًا على الحياة على اليابسة (شكل١٢٦).

الزواحف: تتزاوج معظم الزواحف في فصل الربيع ويخرج الصغار من البيض في فصل الصيف. تتكاثر معظم الزواحف جنسيًا، حيث يطلق الذكر نطافه (خلايا الذكر الجنسية) داخل فتحة الأنثى التناسلية التي تقود إلى

أعضائها التناسلية الداخلية، حيث تخصب داخل جسم الأنثى. تضع الإناث بيضها في البيئات المناسبة لفترات مختلفة طبقا لنوع الحيوان فقد تضع الإناث بيضها في أكوام النباتات المتحللة كما هو الحال في الثعابين أو داخل حفر تقوم بحفرها كما هو الحال في السلاحف. أثناء فترات الاحتضان تنمو البيوض المخصبة بواسطة حرارة الشمس أو عن طريق الحرارة المنبعثة نتيجة لتحلل النباتات التي وضع البيض داخل أكوامها. وتتكاثر الزواحف جنسيًا، حيث يطلق الذكر نطافه (خلايا الذكر الجنسية) داخل فتحة الأنثى التناسلية التي تقود إلى أعضائها التناسلية الداخلية، حيث تخصب أو تلقح تلك النطاف بيوض الأنثى (خلايا الأنثى التناسلية) داخل جسم الأنثى، وتنمو البيوض المخصبة لتخرج حيوانات جديدة. تتزاوج معظم الزواحف في فصل الربيع ليولد الصغار في فصل الصيف. وكل السلاحف والتماسيح وبعض السحالي والثعابين حيوانات بياضة (أي تضع بيضًا مغطى بقشور) وتضع الإناث بيضها في أكوام النباتات المتحللة أو داخل جُحْر في الأرض أو في أي مكان على الأرض. وتتم حضانة البيض بوساطة حرارة الشمس أو عن طريق الحرارة المنبعثة نتيجة لتحلل النباتات مما يؤدي إلى فقسه. وبعض الثعابين والسحالي حيوانات بيوضة ولودة حيث تحتفظ الأنثى بالبيض المخصب إلى أن يفقس داخل جسمها وتخرج الصغار إلى الخارج. يغلف البيض قشرة قاسية لكنها مسامية تحمي الجنين وتسمح له بالتنفس في الوقت نفسه، ويكون الجنين مغلفا داخل البيضة بغشاء يحفظه في حيز مملوء بالماء، وبهذه الطريقة ينمو الجنين في محيط مائي حتى وأن وجدت البيضة في الصحراء. يستمد الجنين كل المواد المغذية الضرورية عن طريق كيس محي، ويختلف عدد بيوض الزواحف باختلاف أنواعها، وعندما تكون الإناث أكبر حجما وسنا فإنها تضع عددا أكبر من البيوض. تختلف مدة حضانة البيض اختلافا شديدا فقد تصل في بعض الأنواع بين أسبوعين وفي البعض الآخر ١٢ أسبوعاً. كل صغار الزواحف مجهزة بعدة مخصصة لكسر البيضة عندما يحين موعد خروجها فلصغار الأفاعي سن معكوف وحاد جدا يسمى (سن البيضة) أما السلاحف والتماسيح فلديها (رعثة البيضة) وهي عبارة عن زائدة قرنية موجودة بطرف أنفها تمكن الصغار بالخروج بسلام. تولي بعض الزواحف بيضها عناية خاصة فتلعق إحدى أجناس العظاءات بيضها وتقلبه من حين لأخر. قبل التزاوج تظهر الزواحف سلوكا خاصا قد يتمثل في نوعا من التودد أو الغزل أو الاقتتال حتي تظهر الذكور قوتها وترضي غرور الأنثى التي تقف متفرجة فعند بعض الأنواع مثل العظاءات تقف الذكور بجانب بعضها موجهة رؤوسها في اتجاهات معاكسة وفاتحة أفواهها، ثم تبدا بتسديد ضربات بذيلها إلى غريمها ويستمر الصراع حتى ينسحب أحد المتصارعين ومن جهة أخرى تحاول أقوياء الذكور أن تحتل مناطق جيدة ويصاحب ذلك إصدار بعض النداءات أو الإيماء ببعض الحركات كي تجذب الإناث إليها. أما في الورل فعندما يبدا موسم التزاوج تتقاتل الذكور على الإناث بشكل مدهش فينتصب الذكران على قوائمهما الخلفية ويمسك أحدهما الأخر بقائمتيه الأماميتين ويحاول دفع خصمه إلى الأرض وغالبا ما يكون الصراع

داميا لكن الغريب في الأمر أنهما لا يستخدما أسنانهما الحادة بل المخالب ا فقط، وما أن ينتهي العراك يأخذ المنتصر الأنثى ويختلي بها. أما في ذكور الأفاعي الجلجلية (ذات الأجراس) يحاول الذكر طرح خصمه أرضا بحيث يتمكن من الوقوف فوقه وقد تدوم هذه المعركة أكثر من ساعة. أما العظاءات ذات الطوق عندما يشعر الذكر باقتراب الأنثى يقوم بسلسلة من الحركات يحرك فيها راسه نحو الأعلى والأسفل ويرفع قوائمه عن الأرض ويقفز باتجاهها(شكل ١٢٧).

الطيور: تتكاثر الطيور عن طريق إخصاب البيض من قبل الذكر عن طريق أعضائه التناسلية ويتم قذف السائل المنوي في أعضاء الأنثى التناسلية، العضو الذكري في أغلب الطيور غير موجود أو صغير جداً وهذا ما يميز الطيور عن غيرها وهو أمر حيّر العلماء لعقود كثيرة وبررت بأنها اضطرابات جنسية رافقت الطيور مع التطور الزمني للأرض، يقوم ذكر الطير بالضغط على قناة الأنثى الجنسية ثم يقوم بإنزال الحيوانات المنوية من قناة بشكل مباشر حيث ريتم الأخصاب. تتميز الطيور بسلوكيات الغزل والتي تقوم بها الذكور لجذب الإناث وتتميز هذه السلوكيات بحركات متنوعة والتي يطلق عليها سلوك الغزل والذي يأخذ أشكال عديدة منها (شكل ١٢٨).

الاستعراض: تبدأ ذكور الطير في البحث عن إناثها عند بدء موسم التناسل وغالبا ما تكون الذكور أجمل وأبهى من الإناث ويكون في ريشهم مناطق زاهية اللون وأحيانا تكون ذيولهم أطول من تلك التي للإناث ولبعض الذكور خصلات تجعلهم يبدون أكثر جمالا وهم يستعرضون ريشهم الجميل أمام الإناث.

الغَزل: يبدأ الغزل باستعراض الذكر لألوانه الزاهية أمام الإناث، وتقوم الذكور ذوي الريش الطويل مثل الطاووس برفع الريش ونشره على شكل مروحة وهم يرقصون ويتبخترون. ومن أكبر فوائد المغازلة بيان القدرات الجسدية للفرد من حيث القوة والحجم والإشارة إلى انه قد بلغ أشده وان لدية قدرة على التزاوج مع الطرف الأخر. وللغزل في بعض الحيوانات كالقطط والكلاب أوقات محددة وفي حيوانات أخري لا توجد فترات محددة بل ممتدة طوال العام. وفي أوقات التزاوج تجتمع الحيوانات من نفس النوع وتصبح فرصة التزاوج متاحة للذكور والإناث، ولكي تجذب الذكور الإناث تلجأ إلى الغزل والذي يأخذ صور عديدة ومنها التغير اللوني، أو إصدار الأصوات او التغريد أو القيام برقصات معينة أو إفراز روائح معينة لتلفت انتباه الطرف الأخر. ومن الملاحظ في هذا الصدد ان الذكور عادة ما تكون أكبر حجما وأكثر ألوانا من الإناث، فالطاووس الذكر يجر ذنبا طويلا من الريش الملون، يفتحه بشكل مروحة جذابة عندما يريد ان يلفت نظر الأنثى والتي تكون أقل بهرجة منه. وتستعمل الحيوانات كذلك أصواتا مختلفة لاستمالة أزواجها. فذكور الضفادع والعصافير تصدر في أوقات التزاوج نقيق أو تغريدات محددة بغية تعريف الطرف الآخر بأماكن تواجدها وقدرتها على التكاثر كما توجد مجموعات أخري من الحيوانات تعتمد في طريقة جذبها للطرف الأخر إلى إطلاق روائح خاصة يطلق عليها الفرمونات تعمل

على اجتذاب الجنس الآخر ومن أمثلة ذلك الروائح التي تطلقها بعض الحشرات والتي يصل مداها إلى مسافات بعيدة فيستنشقها الأزواج وتسارع إلى تلبية النداء. كذلك تصدر العديد من ذكور وإناث الثدييات روائح خاصة والتي تعني أن الحيوانات بالغة ولديها القدرة والاستعداد للتزاوج. ولذلك فهي تعمل على الإثارة الجنسية، واجتذاب الطرف الآخر، والمساعدة على التزاوج بين الأفراد. كما تلجأ مجموعات أخري من الحيوانات إلى أساليب أخري لتلفت انتباه الطرف الأخر قد تكون لمسة أو مشية أو رقصة أو قبلة أو تودد أو تقديم هدية أو مبارزة بين ذكرين تكون فيها الإناث من حظ الفائز.

التَغريد: تقوم الطيور بالتغريد لكي تجتذب أزواجها بأصوات جميلة، كما يوجد بعض الأنواع من الطيور مثل الغربان ذات أصوات خشنة منفرة، ولكنها أثناء الغزل تحدث أصوات ناعمة وجميلة.

تقديم الهدايا: يقوم الذكر أحيانا بالإضافة إلى تغريده للأنثى بتقديم الهدايا إليها، فقد يحضر لها طعاما في منقاره، فتفتح هي منقارها لتتناوله، وفي أحيان أخرى يقدم لها عودا صغيرا فيبدو هذا كأنه إيحاء لها بالبدء في بناء العش.

فترة الصداقة: ينبغي أن تتصادق الطيور أثناء الغزل حتى يتعرف كل منها على الرفيق الذي يمكن أن يميل إليه ويشاركه (شكل ١٣٠).

التكاثر في الثدييات

تتكاثر جميع الثدييات جنسيًّا. وفي جميع أنواع الثدييات يتم إخصاب البيضة داخل جسم الأنثى، ولذكور الثدييات عضو خاص يسمى القضيب يقوم بقذف النطاف في رحم الأنثى أو مهبلها أثناء الاتصال الجنسي. يحدث التزاوج في معظم الثدييات في الأوقات التي تكون فيها الأنثى في حالة الشبق الرغبة الجنسية فقط، حيث تقبل هنا الأنثى على الذكر وتستجيب لعملية السفاد ويختلف وقت حدوث الرغبة الجنسية باختلاف الأنواع. ففي بعض الثدييات وبخاصة تلك التي تعيش بالمناطق التي يكون فيها المناخ ثابتًا على مدار السنة يحْدُث الشبق الجنسي الرغبة الجنسية في الأنثى في أي وقت. وتعرف هذه الثدييات بالثدييات متعددة الشبق الجنسي الرغبة الجنسية، ومن أمثلتها الفيلة والزّراف. أما في الأنواع التي تعيش في مناطق موسميّة المُناخ فيحدث الشبق الجنسي الرغبة الجنسية للأنثى في أوقات معينة من السّنة. ويتم توقيت موسم التزاوج بحيث تنتج الصغار في الأوقات التي تكون فيها البيئة مهيأة لمعيشتها. وهناك بعض الأنواع موسمية التزاوج يحدث لها الشبق الجنسي الرغبة الجنسية مرة واحدة في السّنة، وتعرف هذه الثدييات بالثدييات وحيدة الشبق الجنسي، ومن أمثلتها بعض الخفافيش والدِّببة والغزلان. وفي أنواع أخرى كالأرانب يحدث الشبق الجنسي مرات عدة خلال موسم التّزاوج، وتسمى مثل هذه الثدييات بذات الشبق الجنسي المتعدد الموسمي. وسلوك التزاوج في معظم الثدييات الأقل حجمًا سلوك غير مميز. فليست هناك رابطة مستمرة بين الزوجين بل يبقى كل منهما مع الآخر

فقط متى ما كان هناك سفاد. وبعض الأنواع متعددة القرينات مثل الغزلان والفقمات الفرائية، وتسافد ذكورها مجموعة من الإناث قبيل وأثناء موسم التزاوج، ويحاول الذكر هنا مسافدة كل أنثى في هذه المجموعة بحيث يكون قد سافد كل الإناث بنهاية موسم التزاوج. وفي كثير من أنواع الثدييات تبقى الذكور مع الإناث لبعض الوقت بعد السِّفاد، ولكن قليلاً من الثدييات فقط تبقى مع قرائنها مدى الحياة. ويعتقد علماء الحيوان أن هذه الأنواع الأحادية القرينة تشمل الذئاب وأنواعًا صغيرة من الظباء. حيث يدخل العضو الذكري في العضو الأنثوي ويبدأ التخصيب للبويضة بإفراز السائل المنوي من خلال الذكر وهذا يكون موجود في كل الحيوانات الذكور. يمكن تقسيم الثدييات من حيث التكاثر إلى ثلاث مجموعات على أساس الطريقة التي تنشأ عنها أفراد جديدة من البيضة المُخصَّبة، وهذه المجموعات هي ذوات المشيمة وذوات الجِراب ووحيدة المسلك. فالحيوانات ذوات المشيمة تشتمل علي الأغلبية العظمى من الثدييات، وتعطي صغارًا جيدة النمو. وبعد حدوث الإخصاب تبدأ هذه الصّغار في التّكون داخل الرحم، وهو عضو أجوف موجود داخل بطن الأم. ويقوم عضو آخر هو المشيمة بضم الحيوان الثديي المتكون إلى جدار الرحم حيث يحصل على غذائه من الأم عبر المشيمة. وتسمى الفترة التي ينمو فيها الجنين داخل الرحم بفترة الحمل. وتختلف هذه الفترة بين الثدييات إذ تتراوح ما بين ١٦ يومًا في الهامستر الذهبي و٦٥٠ يومًا في الفيلة. وتلد معظم الأنواع قصيرة الحمل صغارًا عاجزة، وقد تكون عمياء أو عديمة الشّعر. أما الأنواع طويلة الحمل فمعظمها يحمل صغارًا تنشط سريعًا بعد الولادة، وتكون أيضًا كاملة الشعر، ويستطيع بعضها السير أو حتى العدو بعد ولادتها بفترة قصيرة. اما الحيوانات ذوات الجراب فتلد نسلاً صغيرًا جدًّا غير كامل النمو. وبعد الولادة مباشرة تبقى الصغار بجوار حلمات ثدي الأم وتظل هناك إلى أن يكتمل نمّوها. وفي معظم الإناث ذوات الجراب توجد حلمات الثدي داخل كيس بطني يسمى جرابًا يقع فوق المعدة. وتعرف ذوات الجراب بالثدييات الكنيسية، ولكن ليس لكل الإناث ذوات الجراب هذا الكيس البطني. ومثال ذلك أنواع معينة من الثدييات التي تعيش في أمريكا الجنوبية. وهناك نحو ٢٦٠ نوعًا من ذوات الجراب يعيش ثلثها تقريبًا في أستراليا والجزر القريبة. وتشمل ذوات الجراب الأسترالية حيوانات الكنغر ودببة الكوالا. وهناك حوالي ٨٠ نوعًا من الأبوسوم . وهو من ذوات الجراب . يعيش في أمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية، بينما يعيش نوع واحد من هذه الحيوانات في أمريكا الشمالية. اما الحيوانات وحيدة المسلك. فهي ثديات ليست ولودة بل تضع بيضًا يفقس بعد انقضاء فترة الحضانة. وتشمل هذه المجموعة علي حيوانات اكل النمل وحيوانات البلاتيبوس وتعيش تلك الحيوانات في أستراليا وغينيا الجديدة (شكل ١٢٩).

سلوك وضع البيض

الأسماك: تُنتج الذكور المني، والإناث البيض في جميع أنواع الأسماك تقريبًا وقد تضع الإناث البيض خارج الجسم كما هو الحال في كثير من الأنواع لتحدث عملية الأخصاب خارج الجسم اما في بعض الأنواع الأخرى

مثل القروش وعدد قليل من الأسماك العظمية، فيتّم إخصاب بيض هذه الأسماك داخل جسم الأنثى وتتطلب عمليات وضع البيض استعدادات خاصة تحدث في أوقات معينة كل عام يتم فيه وضع البيض وغالبا ما يكون موسم البيض للأسماك في الربيع أو الصيف المبكر، حينما يكون الماء دافئًا واليوم طويلاً. ومع ذلك، فقد تبيض أسماك المياه الباردة مثل اسماك التروْتّة والتي تبيض في الخريف أو الشتاء. ويلزم الكثير من أسماك المياه العذبة قطع مسافات قصيرة للوصول إلى مناطق إطلاق أمشاجها. فقد يكون ذلك مجرد انتقال الأسماك من المياه العميقة لأحد الأنهار أو البحيرات إلى المياه الضحلة القريبة من الشاطئ ولكن قد تهاجر أنواع أخرى من السمك لمسافات طويلة جدًا لتبيض، فمثلاً، يقطع أنقليس المياه العذبة الأوروبية نحو ٥،٠٠٠ كم في المحيط ليصل إلى مناطق إطلاق أمشاجه في غربي المحيط.الأسماك التي تحمل بيضها وصغارها في الفم (الأسماك الفموية) تحتفظ بالبيض داخل أفواهها حتى يفقس ويحمل هذا الذكر للسمكة ذات الفك ملء فمه من البيض وتحمل إناث بعض الأنواع وذكور أنواع أخرى البيض في أفواهها. ذكور وإناث بعض أنواع الأسماك في أزواج لتبيض في مناطق تزاوجها، وقد تضع الأنثى عددًا قليلاً من البيض وقد تضع أحيانًا ملايين الأعداد من البيض. ومن أمثلة ذلك، سمك القد والذي عددًا كبيرًا من البيض قد يصل إلى تسعة ملايين بيضة خلال موسم إطلاق أمشاج واحد كذلك تضع أنثى سمك الرنجة نحو ٥٠٠٠٠ وتبيض أسماك البترلنج بطريقة فريدة، إذ تستخدم الأنثى أنبوبة طويلة تسمى حاملة البيض (عضو وضع البيض الخاص بها) لتضع بيضها داخل بلح البحر أو في محار آخر. ويمتص المحار نطاف الذكر ويحدث الإخصاب داخل المحار. كما يوجد أنواع من الأسماك تبني أعشاش لتضع فية البيض ومن أمثلة ذلك، سمك القاروص وسمك السالمون. ومن بين الأسماك البحرية، تضع إناث سمك فرس البحر والسمك الأنبوبي بيضها في كيس على السطح البطني للذكر ويفقس البيض داخل كيس الذكر. وتحمل بعض الأسماك، بما فيها بعض أسماك السلور البحرية وسمكة ديك البحر، بيضها في الفم طوال فترة الفقس. ويحمل الذكر البيض في بعض أنواع الأسماك وقد تحمله الأنثى في أنواع أخرى (شكل ١٣١).

الزواحف: تضع الزواحف البرية بيضها بين الأعشاب أو تدفنه داخل التربة وقد يكون بناء الجحر أحيانا معقدة جدا فالسلاحف المائية تتزاوج في الماء وتخرج الإناث ليلا نحو ضفة منعزلة وتبحث عن موضع لا يصل إليه المياه، وتحفر في هذا المكان حفرة تضع فيها ما يبلغ أحيانا ١٠٠ بيضة تغطيها بعد ذلك بالتراب. وتشيد بعض التماسيح كذلك جحورا لتضع فيها بيضها، حيث تنظف الأنثى في بادئ الأمر قطعة أرض فتقتلع الحشائش وتكوم النباتات بحيث تبني تلة ثم تضع البيض وسط التلة. ويؤدي تخمر مواد بناء الجحر إلى رفع درجة الحرارة وحضن البيوض. كما تضع اثني التماسيح الأفريقية أكثر من ٤٠ بيضة في جحر تحفره خصيصا في الرمل على ضفة النهر، وينبغي ان يتراوح عمق الحجر بين ٢٠ و ٣٠ سنتمترا وان يكون في موضع مظلل بحيث

يبقى البيض عند درجة حرارة ثابتة ويغطي البيض بالرمل وبقايا النباتات المقتلعة ويحمي الأبوان الحجر طوال فترة الحضن التي تدوم ٩٠ يوما. اما السلحفاة المائية فتقوم بعمل حفرة يتراوح قطرها بين متر ومترين ويبلغ عمقها نصف متر، وتنجز هذه العملية مستعينة بزعانفها الأربعة ثم تحفر حفرة صغيرة في قعر ذلك الجحر وتضع البيوض فيها ثم تغطيها بالرمل حتي يحين الفقس. اما أفاعي الكوبرا فتولي معظم بيوضها عناية خاصة وتحميها وتدافع عنها عند تعرضها للهجوم، ويختلف عدد بيوض الزواحف باختلاف أنواعها، وعندما تكون الإناث أكبر حجما وسنا فأنها تضع عددا أكبر من البيوض.. تضع أنثى ثعبان الأصلة أكثر من ١٠٠ بيضة بعد ٣ و ٤ أشهر من التزاوج وتحيط بعد ذلك البيض بجسدها لمدة ٣ أشهر إلى أن يحين موعد ولادة الصغار، وتدفئ الأم البيض بفضل حركة تموجيه لعضلات جسدها، وهذه الحركة قد تؤدي إلى رفع درجة حرارة البيض ٨ درجات مئوية. اما التماسيح فتشيد جحورا لتضع فيها بيضها، حيث تنظف الأنثى في بادئ الأمر قطعة أرض فتقتلع الحشائش وتكوم النباتات بحيث تبني تلة ثم تضع البيض وسط التلة. ويؤدي تخمر مواد بناء الجحر إلى رفع درجة الحرارة وحضن البيوض. التماسيح الأفريقية حيوانات حنونة على صغارها ففي كل سنة تضع الأنثى أكثر من ٤٠ بيضة في جحر تحفره خصيصا في الرمل على ضفة النهر، وينبغي ان يتراوح عمق الحجر بين ٢٠ و٣٠ سنتمترا وأن يكون في موضع مظلل بحيث يبقى البيض عند درجة حرارة ثابتة ويغطي البيض بالرمل وبقايا النباتات المقتلعة ويحمي الأبوان الجحر طوال فترة الحضن التي تدوم ٩٠ يوما (شكل ١٣٢).

الثدييات: فقط في الإنسان والقردة تحصل دورة شهرية حقيقية. في أغلب الحيوانات الثدية يحصل بما يسمى بالأستروس (estrus) عوضا عنها. الدورة الشهرية هي تغير نسب الهرمونات صعودا ثم هبوطا لدى أنثى الإنسان على مدى فترة تتراوح ما بين ٢١ و٣٥ يوما وتختلف من أنثى لأخرى. الفترة التي تبدأ فيه دورة الهرمونات الشهرية وحتى انقطاعها في ما يسمى انقطاع الطمث هو فترة خصوبة المرأة. خلال الدورة الشهرية، يقوم جسم الأنثى البالغة جنسياً بعمليتين منفصلتين هما: إنضاج واحدة من البويضات الموجودة على سطح المبيض وتعديل جدار الرحم ليكون مستعدا للحمل لو حدث إخصاب للبويضة. أي إن الدورة الهرمونية الشهرية هي في حقيقة الأمر دورتين منفصلتين: دورة مبيضية ودورة رحمية. ومن الممكن حدوث إحداهما بمعزل عن الأخرى. الدورة المبيضية: هي الدورة التي تقوم على إنضاج بويضة واحدة من البويضات الموجودة في المبيض. مع بداية كل دورة تبدأ عدة من البصيلات الموجودة في المبيض في النمو- والتي تتكون في الجنين الأنثى في الرحم- في النضج تحت تأثير هرمون FSH (هرمون تحفيز البصيلات) المفرز من الفص الأمامي من الغدة النخامية. مع اليوم السادس من الدورة الهرمونية تكون إحداها قد نمت بشكل أسرع من الأخريات فتصبح البصيلة التي ستتحول للبويضة لتلك الدورة الهرمونية، بينما تتقلص بقية البصيلات. العملية التي تؤدي لنضج بصيلة

بعينها دونا عن باقي البصيلات غير مفهومة بالكامل، يعتقد البعض إن ذلك يعود إلى إفراز تلك البصيلة لهرمون الأستروجين. مع اليوم الرابع عشر من الدورة تقريبا تطلق البويضة التي انتفخت ونضجت ووصلت لأعلى نقطة في القشرة الخارجية للمبيض في تجويف البطن. ذلك الإطلاق هو ما يسمى: التبويض. تلتقط الأطراف المشعبة لقنوات فالوب البويضة الناضجة ناقلة إياها للرحم. البويضة تكون صالحة للتلقيح لمدة ٢٤ ساعة فقط. تبدأ بعدها في التغير وحتى التحلل الذي يبدأ أربعة أيام قبل الدورة الشهرية التالية وتخرج بشكل طبيعي مع دم الحيض. حجم البويضة غير الملقحة أصغر قليلا من النقطة في نهاية هذه الجملة. في أنثى الإنسان تتكون كل البويضات بينما الأنثى ما تزال جنينا. عند البلوغ يحتوى كل مبيض على ٣٠٠،٠٠٠ بويضة تقريبا، معظمها من البويضات التي تتقلص قبل النضج. يتبادل المبيضان التبويض شهرا بعد شهر. تؤدي صدفة خروج بويضتين ناضجتين من المبيضين في نفس الدورة إلى توأمين شقيقين في حالة التلقيح. الدورة الرحمية: تتعلق الدورة الرحمية تحت تأثير هرمون الأستروجين بزيادة سمك جداره الداخلي، وزيادة أوعيته الدموية وخلاياه الإفرازية. تصل إسفنجية جدار الرحم إلى أقصاها مع اليوم الرابع عشر من الدورة المتوسطة المدة – ٢٨ يوما – وتبدأ في الهبوط التدريجي بعدها وحتى حدوث الحيض. قبل الحيض ببضعة أيام يحدث هبوط مفاجئ في هرموني الاستروجن والبروجسترون يؤديان إلى تقلص الأوعية الدموية الملتوية الموجودة بجدار الرحم ليتكرنز الجدار ومن ثم تساقطه. فإذا لم يحصل تلقيح أو إخصاب أو حمل، يقوم الرحم بالتخلص من الجدار بإخراجه بما يسمى بالحيض، عن طريق المهبل. تُحسب الدورة الشهرية عند بداية خروج الحيض، لكونها علامة خارجية تتوافق مع دورة الهورمونات. تبدأ الدورة الهرمونية لدى أنثى الإنسان بعمر يتراوح بين ١١ و١٨ عام. متوسط بداية الدورة الهرمونية هو ثلاثة عشر عاما ونصف. هذا السن آخذ في الهبوط عالميا، وقد ابتكرت عدة نظريات لتفسير ذلك الهبوط، أشهرها الاستخدام المفرط للهرمونات في المنتوجات التي يستعملها الإنسان. تختلف بداية الدورة الهرمونية ممثلة في الحيض بين الأجناس المختلفة.

العلاقة بين الغريزة والتعلم.

يعتمد البقاء عند الحيوانات العليا على الجمع بين الغريزة والتغيّرات الجسدية. فمن أجل أن ينمو الحيوان نموًا طبيعيًا، لابد أن يصبح على اتصال بالمثيرات الدافعة السوية لأبناء جنسه فبعزل مجموعة قرود عن القرود الأخرى؛ تبين أن هذه القرود لا تبدي سلوكًا، اجتماعيًا أو جنسيًا سويًا، إذا وضعت بعد البلوغ مع القردة الأخرى. وينتج السلوك السوي للقرد المكتمل النمو عن خبرات نموه بوصفه عضوًا في مجموعة من القرود. وهذه الخبرات تؤهل القرد لاستكمال سلوكه الغريزي من خلال التعلم. مفهوم التعلم Definition Learning يولد الكائن الحي وهو مزود ببعض السلوك الفطري، الذي يمكنه من الحفاظ على حياته واستمرارها، كالأكل والنوم والشرب والإخراج والجنس والبكاء، والملاحظ أن سلوك الأكل والشرب والإخراج والنوم وهو السلوك الأكثر

شيوعا لدى الكائن الحي في بداية حياته، فهو يعيش ضمن هذا السلوك لكن بمرور الوقت نلاحظ أن هناك أنواعاً أخرى من السلوك بدأت تظهر في حياته. على درجة عالية من التعقيد وأصبحت قدرته على التعامل مع مواقف الحياة المختلفة تأخذ شكلاً من التنظيم والتنسيق. وهكذا يرتقي الكائن بسلوكه من مجموعة السلوك الفطري إلى عدد غير محدود من الممارسات والاستخدامات العقلية. إن هذا التغير والارتقاء في السلوك هو الذي يميز كائن علي أخر لكن كيف يتم له ذلك وما الأساليب التي يتبعها الكائن للارتقاء بسلوكه من البساطة إلى التعقيد؟ أنها القدرة على التعلم Learning ويختلف الباحثون في علم السلوك في تحديد معنى التعلم Learning وتفسيره، إلا أنهم يتفقون على أن " التعلم هو العملية التي نستدل عليها من التغيرات التي تطرأ على سلوك الفرد أو العضويّة، عن التفاعل مع البيئة أو التدريب أو الخبرة" .قد يبدو هذا التعريف بسيطاً للوهلة الأولى، ولكنه غني في مدلولاته وناتج عن دراسات وبحوث معمقة في مجال دراسات عملية التعلم .ومن المهم للمهتم بدراسة التعلم أن يدرك مدلولاته ويحيط بمحدداته، حتى يتسنى له أن يفرق بين ما هو تعلم وما هو خارج عن عملية التعلم حسبما اصطلح عليه علماء التعلم. وحتى ندرك محددات هذا المفهوم. إن التغيرات التي تطرأ على السلوك، والتي تدل على التعلم، يجب أن تكون نتيجة للتدريب أو الخبرة، وربما كان النضج من أكثر العوامل تأثيراً في تغيير السلوك، ولا بد لنا من طريقة نميّز بها بين التغيرات الناجمة عن النضج، والتغيرات الناجمة عن الخبرة أو التدريب. وللقيام بمثل هذا التمييز، يلجأ الباحثون عادة إلى استخدام محكين هما: أولاً، إذا حدث التغير على نحو منتظم ومطرد وشمل أفراد النوع كله، كالمشي أو الطيران مثلاً، فإن هذا التغير ليس نتيجة التعلم وحده، بل نتيجة تفاعل معقد بين عمليتي النضج والتعلم. ثانياً، إذا فشل التدريب في تسريع تعلم مهارة، كتدريب طفل في الثانية من عمره على ارتداء ملابسه بمفرده مثلاً، فإن تعلم هذه المهارة، يعتمد في جزء منه على النضج ولكي يحدث التعلم يحتاج الفرد إلى فترة زمنية قد تطول وقد تقصر، حتى يحدث التغير. والفترة الزمنية هنا هي الفترة التي يمر بها الفرد في الخبرة، ولتوضيح ذلك يستدل على التعلم بمعرفة الفروق بين سلوك ما بعد المرور بالخبرة، وسلوك ما قبل الخبرة، فإذا كان هناك فرق بين الاثنين، أمكننا أن نستنتج حدوث التعلم، أما إذا لم يكن هناك فرق بين سلوك ما قبل الخبرة وما بعدها فنستطيع أن نقول أن الفرد لم يتعلم. ان هذا الموضوع من الموضوعات الطولي التي عاجها علماء النفس والسلوك في كتاباتهم وأبحاثهم المتعددة ولذلك يحتاج إلي تفصيلات كثيرة سوف تناقش ان شاء الله في بعد ذلك في كتب أخري.

قائمة الأشكال

الهجرة



شكل (٩٤): هجرة الفراشات الملكية



شكل (٩٥): هجرة اسماك السالمون



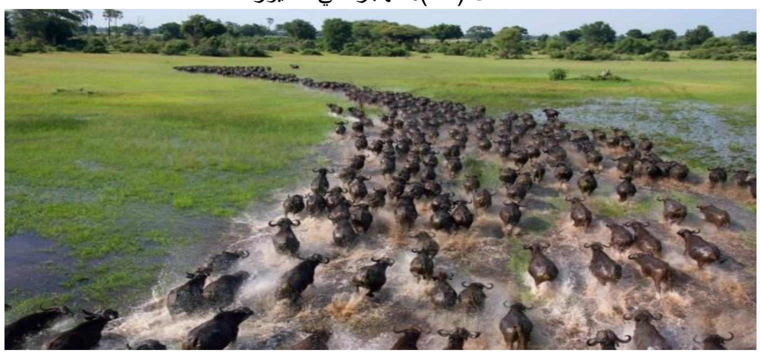
شكل (٩٦): لضفادع من البرمائيات المهاجرة



شكل (٩٧): السلاحف البحرية من الزواحف المهاجرة



شكل (٩٨): الهجرة في الطيور

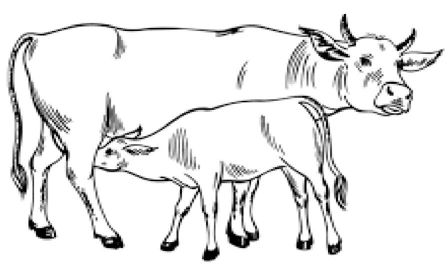


شكل (٩٩):هجرة البقر الوحشي

الرعاية الأبوية



شكل (١٠٠): عاطفة الأمومة في الثدييات



شكل (١٠١): الرضاعة احد أشكال عاطفة الأمومة



شكل (١٠٢): تدريب الصغار علي القنص في الثدييات البرية

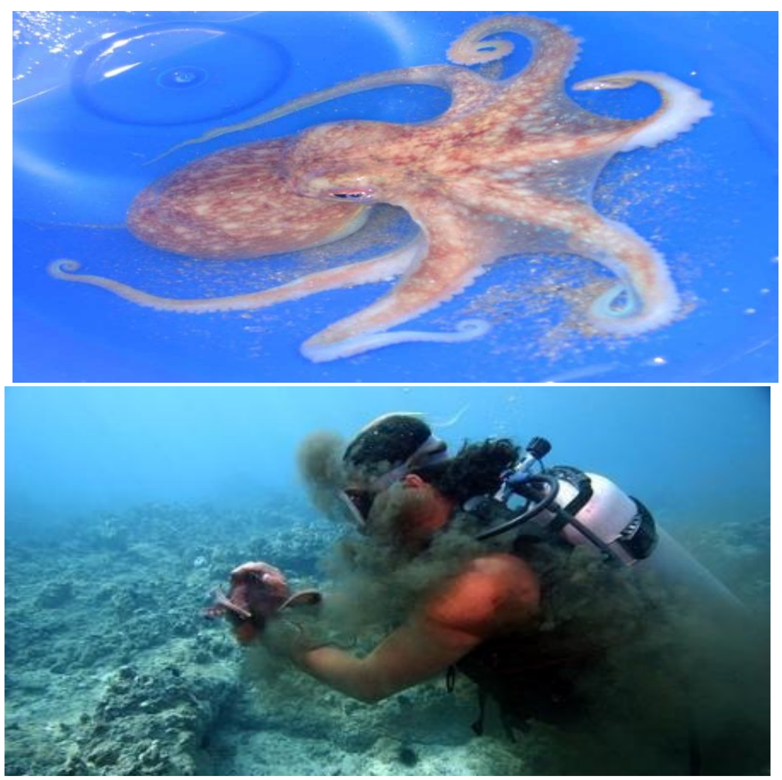
الوسائل والطرق الدفاعية



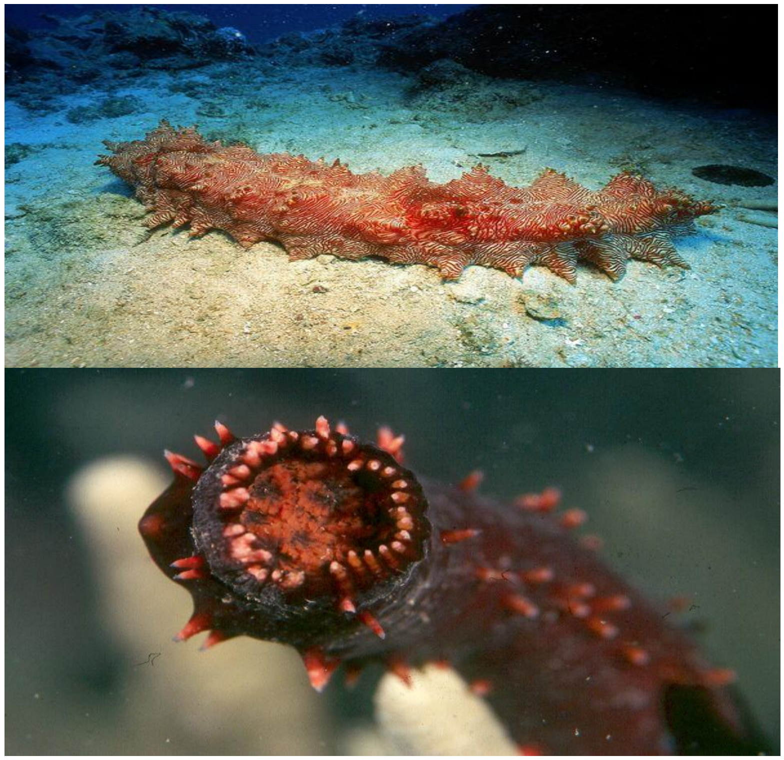
شكل (١٠٣): التمويه والخداع احد صور الدفاع في الحيوان



شكل (١٠٤): ا الخداع احد أشكال الدفاع في الحيوان



شكل (١٠٥): التخفي والرائحة الكريهة من الوسائل الدفاعية في الحيوان



شكل (١٠٦): التحول في حيوان خيار البحر احد وسائل الدفاع



شكل (١٠٧): الركض احد صور الدفاع في الحيوان



شكل (١٠٨): العض احد وسائل الدفاع في الحيوان



شكل (١٠٩): المخالب والقرون والأنياب من الوسائل الدفاعية في الحيوان



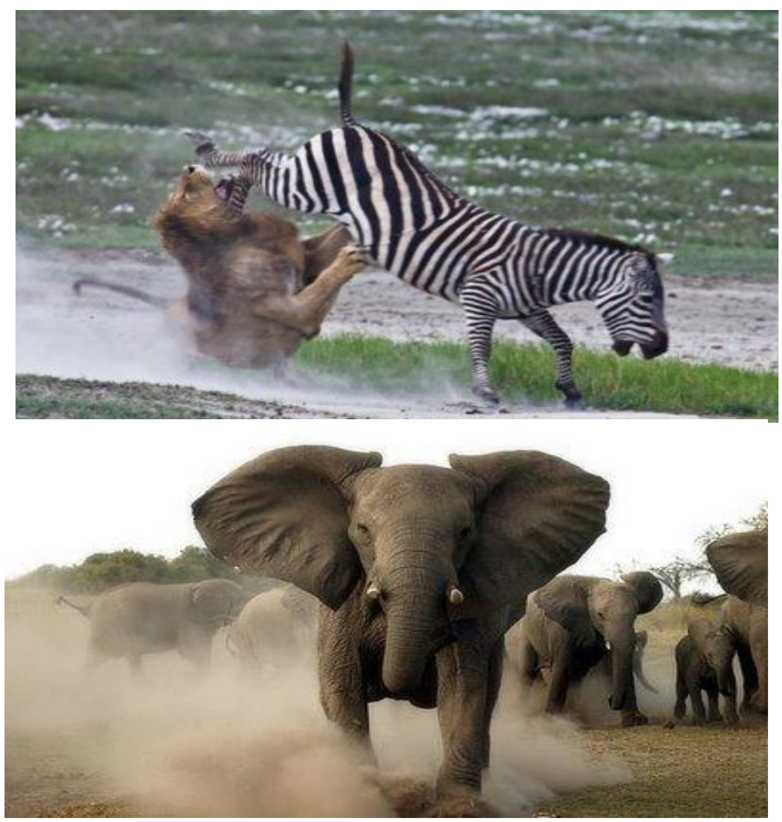
شكل (١١٠): إفراز السم احد الوسائل الدفاعية في الحيوان



شكل (١١١): الاحتماء والتكتل من الوسائل الدفاعية الدفاع فى الحيوان



شكل (١١٢) الصياح والصراخ احد الوسائل الدفاعية في الحيوان



شكل (١١٣): الرفس والهجوم من الوسائل الدفاعية للحيوان



شكل (١١٤): إفراز روائح منفرة احد الوسائل الدفاعية في



شكل (١١٥): الخنفسة القاذفة تخرج مواد كيميائية



شكل (١١٦): البصق والخنق من الوسائل الدفاعية في الحيوان



شكل (١١٧): الانفجار احد أشكال الدفاع في الحيوان



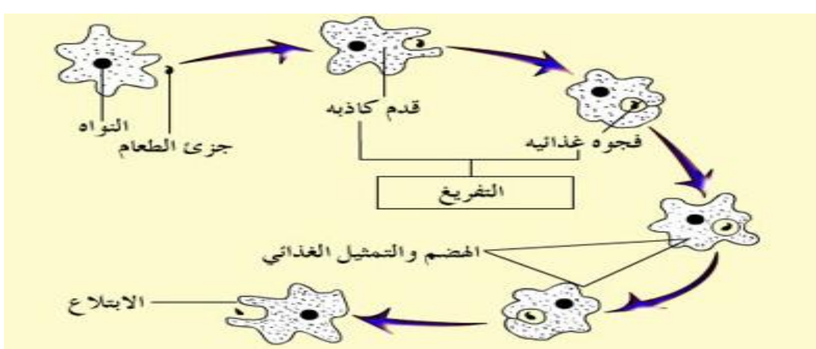
شكل (١١٨) : الأشواك احد أشكال الدفاع في الحيوان



شكل (١١٩): التظاهر بالموت احد الطرق الدفاعية لحيوان الابوسوم



شكل (١٢٠): حيوان الجريث يفرز مواد مخاطية لزجة كوسيلة دفاعية



شكل (١٢١):   التغذية في الأميبا



شكل (١٢٢): الجراد احد الحشرات التي تسبب ضررا كبيراً للمزروعات



شكل (١٢٣) : سمكة التنين

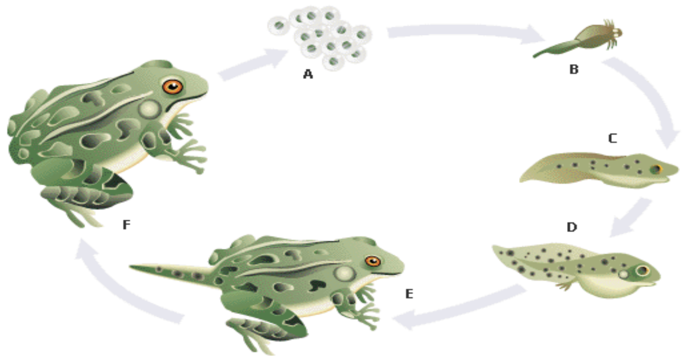


شكل (١٢٤): التغذية في الضفادع



شكل (١٢٥): تمساح يقبض علي فريسته

سلوك الغزل والتزاوج



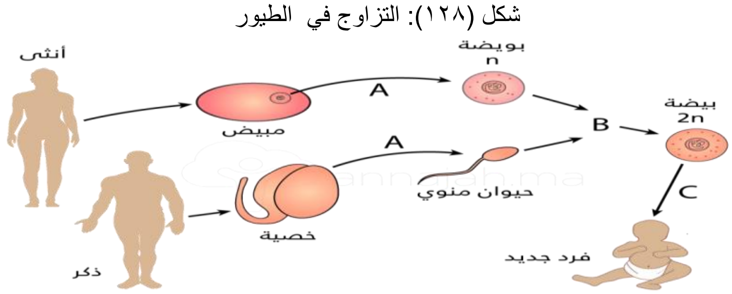
شكل (١٢٦): دورة حياة البرمائيات



شكل (١٢٧): التزاوج في الزواحف



شكل (١٢٨): التزاوج في الطيور



شكل (١٢٩): التزاوج في الإنسان



شكل (١٣٠):الاستعراض والتودد بعض أشكال الغزل في الطيور

سلوك وضع البيض



شكل (١٣١): كيفية وضع البيض في الأسماك



شكل (١٣٢): كيفية وضع البيض في الثعابين

ثانياً: سلوك التعلم (المكتسب): Learning Behavior

مقدمة: يختص السلوك المكتسب بفرد من أفراد النوع الواحد نتيجة لتجربة أو خبرة سابقة. ومن أمثلة ذلك قيام القطط بفتح الأبواب والأقفاص المغلقة، قيام المدرب بتعليم الصقر إشارات الصيد وتعليم الحيوانات القيام ببعض الحركات مثل حيوانات السيرك. اما عن درجة التعلم ومدي إتقانها فقد لوحظ ارتباطها بالمستوي التشريحي للدماغ ومدي تطور أجزائه مما يؤثر على قوة الذاكرة ولذلك يمكن القول في هذا النوع من السلوك يتغير سلوك الحيوان نتيجة للخبرات التي اكتسبها أثناء حياته والتي تعتمد على درجة تعقيد الجهاز العصبي وقوة الذاكرة. وكلما ارتقى الحيوان تشريحيا ازدادت مقدرته على التعلّم وقل اعتماده على الغريزة. فالسمك يتصرف بتأثير الغريزة أكثر من الطيور، والطيور تؤدي أفعالاً غريزية أكثر من الثدييات. اما في الحشرات والعناكب والقشريات والتي تتميز ببساطة تركيب جهازها العصبي مقارنة بالفقاريات فلا تستطيع هذه الحيوانات أن تتعلم إلا القليل، وهكذا يعتمد بقاؤها على أنماط السلوك الغريزي. أما الحيوانات الأرقى، مثل السمك والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات، فإنها تستطيع أن تتعلم أكثر وتعدل سلوكها الغريزي بالتعلّم. فالأفرُاخ الصغيرة في الطيور مثلا تنكمش بلا حراك عند ظهور أي جسم فوقها، حتى لو كان مجرد ورقة شجر ساقطة. والطيور الأكبر سنًا تكون قد تعلمت أن الأوراق لن تؤذيها، وبذلك لا تؤدي ردود فعل تجاه هذه المؤثرات ولكنها تنكمش بلا حراك عند اقتراب مؤثر أخر عانت منه قبل ذلك مثل اقتراب الصقر او عدو من الأعداء. وعند بني الإنسان يبتسم الأطفال ويرضعون غريزيًا ولكن حين يكبرون تصبح معظم أفعالهم مكتسبة. وفي القردة عند عزل مجموعة ووضعها منفردة لمدة طويلة تبين أنها لا تبدي سلوكًا اجتماعيًا أو جنسيًا سويًا إذا وضعت بعد البلوغ مع القردة الأخرى والتي نشأت في أوساط عادية. ولذلك يمكن القول ان السلوك السوي للقرد المكتمل النمو ينتج عن خبرات سابقة اكتسبها أثناء النمو بوصفه عضوًا في مجموعة من القرود. وهذه الخبرات تؤهل القرد لاستكمال سلوكه الغريزي من خلال التعلم.

كيف يكتسب الكائن سلوكه:

ركزت العديد من النظريات على محاولة تفسير كيف يكتسب الكائن سلوكه، وفي هذا الصدد تنوعت النظريات وتعددت واختلفت في الدافع الأساسي أو العنصر الأساسي في كيفية اكتساب السلوك ومن العناصر التي أشارت اليها تلك النظريات ما يأتي:

التلازم Association: يميل الحيوان إلى تكرار السلوك الذي يحقق له عوائد وفوائد مُرضية.

العمليات الذهنية والفكرية أو الوجدان Cognition: ويقصد بها قدرة الكائن على التفكير، والتفسير، والتحليل، والحكم، والربط، والاستدلال، وغيرها من العمليات العقلية حينما يتعرض لمجموعة من المؤثرات من

حوله وكذلك قدرته علي أختار نمط السلوك الذي يحقق له التوازن والاتساق مع المثيرات والمؤثرات التي يتعرض لها.

الهدف Objective: تميل الكائنات إلى أن يسلكوا سلوكاً يحقق هذه الأهداف وأن لكل سلوك هدفاً محدد، يتناسب مع قدراته.

النجاح Success: تمثل مشاعر النجاح والفشل عنصراً مهماً في اكتساب السلوك وتثبيته لدى الكائنات، ذلك لأن النجاح مرتبط بإشباعات نفسية كبيرة مثل تحقيق الاتزان النفسي، ولذلك فيمكن القول بأن النجاح أو الفشل في تحقيق الأهداف يمكنه أن يزيد من إمكانية التعلم لسلوك جديد، أو تثبيت، أو إضعاف سلوك موجود بالفعل.

الخبرة السابقة Past experience: قبل أن يسلك الكائن سلوكاً جديداً، يستدل من خلال عملياته ما إذا كان هناك نفع وعائد مرضي لخبراته السابقة المشابهة وبناء عليه يقوم إلى التثبيت على سلوك تم التعود عليه في الماضي، كما أنه قد يحول ويعدل من سلوك تعود عليه سلفاً.

الاتصال Communication: ونعني بالاتصال تبادل المعلومات. وهذا التبادل يسهل توفير مقداراً عالياً من المعلومات حول سلوك قام به الكائن من قبل.

التدعيم Reinforcement: يقصد بالتدعيم خبرات السعادة بالنجاح أو الألم الناتج من سلوك معين. فإذا ترتب على سلوك ما إحساس بالسعادة والرضا والراحة وإشباع الحاجات، فإن هذه الخبرة تدعم السلوك أي تزيد من احتمال حدوثه وتكراره وتثبيته، أما إذا ترتب على سلوك معين الإحساس بالألم والاستياء والإحباط فإن هذه الخبرة تعتبر عاملاً مؤدياً إلى إضعاف السلوك.

التشابه بين المثيرات: في حالة تشابه المثيرات يتشابه السلوك، أي أنه في حالة وجود مثيرات أو مؤثرات سلوكية جديدة تتشابه مع مؤشرات ومثيرات سلوكية قديمة، فإن وقوع أي من هذه المثيرات الجديدة والقديمة سيزيد من احتمال ذلك السلوك الناشئ من المثيرات السلوكية القديمة.

تكرار المحاولات: يتأثر تكوين وتشكيل السلوك بمحاولات التعليم، فكلما زادت المحاولات وتكررت كان هناك ميل إلى تكرار السلوك وتثبيته

العوامل المؤثرة في اكتساب السلوك.

التركيب الوراثي:

تلعب العوامل الوراثية دورها فيما يحمله الحيوان من صفات عن طريق الجينات التي تعد الشفرة الجزيئية التي تتحكم في تخليق البروتينات، التي تعطي الخلية خصائصها المختلفة. فالجينات هي التي تحدد تطور الجنين وما يحمله من صفات وقدرات لاحقة سواء كانت قدرات جسدية أو قدرات عقلية. ومن الخطأ أن

نتصـــور أن الجينات تتحكم في نمو وتطور الفرد حتى الولادة فقط، بل إن أثرها يمتد طوال حياة الحيوان أي من مراحله المبكرة، وحتى الشيخوخة. فهناك خصائص جسمية وسلوكية محددة سلفا، ولا تظهر إلا في فترات بعينها من حياة الفرد. ففي البلوغ مثلاً، تظهر مجموعة من الخصـائص الجسـمية والسـلوكية لم تكن موجودة من قبل وفي الشيخوخة تظهر صفات أخري وسبحان ربنا القائل ونفس وما سواها فألهمها فجورها وتقواها. أما على المستوى الأدق ونقصد به مستوى الخلية، فإن طبيعة النظام الذي تعمل من خلاله الخلايا، إنما يتحدد أيضـاً وفقاً للجينات، فعمل الخلية ونشـاطها ونوعها ووظائفها محدد وبكل دقة بالنواحي الوراثية. وان مجموع عمل الخلايا على مستوى جميع أجهزة الجسم، هو الذي يعطي مجموع نشـاط الكائن الحي، سـواء كان هذا النشاط كيميائياً، أو حركياً، أو نفسياً، أو عصبياً .... إلخ.

المؤثرات البيئية:

للعوامل البيئية اثرها البالغ على ســلوك الأفراد ويعتقد كثير من العلماء أن للبيئة الطبيعية الأثر الأول في تكوين المجتمعات والعشـائر واكتسـاب الأفراد طبائعها وخصـائصـها، فالمجتمعات الحياتية تختلف في شـكلها، ونشـاطها، وكثرة عددها أو قلتها، وما فطرت عليها من طبائع باختلاف مسـاكنها وظروفها المناخية وأماكن معيشتها من بين جبلٍ وسهلٍ، وفي منطقة باردة أو حارة أو معتدلة، وفي بقعة خصبة أو قاحلة، وكما نعلم أنّ للتغيرات الموسـمية، والتضـاريس، والموارد والثروات الطبيعية، اثرها البالغ علي السـلوك سـواء كان بالنسـبة للإنسـان أو لغيره من الكائنات. ومن ناحية أخري تتسـبب العوامل البيئية الضـارة، مثل الملوثات، والكوارث الطبيعية، والضـوضـاء والعواصـف، والزلازل، وغيرها، في العديد من الآثار السـلبية على سـلوك الحيوان. حيث لوحظ أن التعرض للتلوث يزيد من السـلوك العدواني لدى الحيوان، ويؤثر سـلباً على رد الفعل لديه من حيث سـرعته وشـدته. ولذلك أوجدت هذه التأثيرات ما يعرف بنظرية السـلوك المقيد والتي تنص على ان الكائن الحي عندما يوجد في بيئة يشـعر فيها أن سلوكه مقيد، فإن هذا يظهر في عدم قدرته على ممارسة ما يشـاء من السـلوكيات المعتادة، أي أن حريته الشـخصـية تكون مقيدة، مما ينتج عنه رد فعل نفسـي معين. ولذلك فقد اعتمدت بعض الدراســات الســلوكية على المدخل البيئي لتفســير بعض المظاهر أو التغيرات السـلوكية، ورأت أن الفرد عندما يشـعر أن البيئة عاجزة عن توفير متطلباته، فإن هذا قد يظهر في شكل ميل إلى الانعزال أو التقوقع حول الذات وعدم الرغبة في الانخراط في علاقات اجتماعية، وضـــعف الاســـتعداد للتعاون مع الآخرين، وقد يؤدي هذا الأمر إلى المنافسة الشديدة للحصول على ما توفره البيئة من موارد، وما يترتب على ذلك من آثار مادية ونفسه سيئة.

التغيرات الفسيولوجية:

من الأمور التي جذبت اهتمام العلماء كثيراً هو التعرف على مدي الارتباط بين التغيرات الفســيولوجية التي تحدث في الجسـم والتغيرات السـلوكية. لقد أدي هذا الاهتمام إلى ظهور فرع جديد من أفرع العلوم أطلق عليه الســلوك الفســيولوجي أو علم النفس الفســيولوجي والذي يتمحور اهتمامه في التعرف على الجذور الفسيولوجية للظواهر النفسية ومحاولة ترجمة السلوك بمظهر فسيولوجي أو عضـوي يستمد لغته من التغيرات التي تحدث في كل من الجهاز العصـبي والجهاز الهرموني. وقد سـاهم هذا الفرع من العلوم كثيرا في التعرف على التغيرات الفسـيولوجية التي تصـاحب العديد من المظاهر سـواء كانت مظاهر حياتيه عادية مثل التذكر، والتعلم، والانفعال، والدافعية، أو غير عادية مثل الظواهر النفسـية المرضـية كالفصـام، والاكتئاب، والوسـواس وغير ذلك من الاضطرابات النفسية الأخرى. فجسم الكائن الحي خاصة في الفقاريات العليا يعمل داخليا على الاحتفاظ بحالة مســتمرة من التوازن الحيوي (homeostasis) بين جميع أجزاء الجســم. وحيث إن الكائن الحي مكون من خلايا وأنسـجة متعددة الخصـائص والوظائف فإنه بالتالي يحتاج إلى نظام عام يشـرف على تكامل هذه الوظائف ونجاحها حتى تسـتمر بيئته الداخلية متوازنة وناجحة في أنشـطتها الحيوية ويتم ذلك من خلال جهازين رئيسين هما: الجهاز العصبي والذي له وظيفة تحريك الأنشطة عامة والسيطرة عليها بحيث يتم حدوثها في الوقت المناسب، وجهاز الغدد الصماء والذي يختص بتصنيع الهرمونات وأرسالها عن طريق الدم إلي الخلايا لتنظيم أنشطتها المختلفة. ولذلك يمكن القول ان التكامل الذي يحدث بين وظائف أعضـاء الجسم المختلفة ما هو محصلة للتفاعل الذي يحدث بين هذين الجهازين وأثر نشاطهما على أجهزة الجسم المختلفة.

التعليم والسلوك المكتسب:

نظرا لأهمية التعليم في حياة وسلوك الحيوان وضـع العلماء كثير من النظريات التي تفسر كيفية حدوثه وأثر ذلك في تغيير السلوك. ومن أكثر التعريفات التي وضـعت لذلك تعريف السلوك المكتسب بانه مجموعة من العادات والخبرات التي يتعلمها الفرد ويكتســبها أثناء مراحل نموه المختلفة، ويتحكم في تكوينها قوانين الدماغ وهي قوانين الكف والاسـتثارة واللتان تسّيران مجموعة من الاسـتجابات الشـرطية. وطبقا لهذه النظرية فان سـلوك الفرد قابل للتعديل أو التغيير بإيجاد ظروف وأجواء تعليمية معينة. ومن أنواع التعليم التي يسـتفاد منه الكائن الحي أثناء حياته.

التعلم المدموغ المؤقت: وهو نوع من السـلوك الذي ينطبع في الدماغ. وأسـاســه هو الحماية التي تلجأ اليها الصـــغار من الأعداء الطبيعية حتى تتمكن من ان تعتمد على نفســها فيما بعد ومن أمثلة التعلم المدبوغ المؤقت تحرك صغار الإوز والبط ومشيها وراء أي شيء يتحرك.

التعلم الكامن أو المســـتتر: هذا النوع من التعلم يمكن اكتســـابه حتى بدون مكافأة أو مثال خروج النحل في رحلات قصيرة لاكتشاف الموقع ثم تتكيف وتخرج لجمع العسل في رحلات طويلة.

التعلم عن طريق التبصـر: وهو اعقد أنواع التعلم على الأطلاق ويكتسـبها الحيوان نتيجة خبرات سـابقة معينة يستخدمها في حل المشكلات ومن أمثلة ذلك قرد الشمبانزي والعصا المبللة بلعابه مع النمل الأبيض.

التقليد Imitation: وهو نوع من التعلم الاجتماعي، ويســمح بنقل المعلومة بين الأشـــخاص وبين الأجيال. يمكن للتقليد عند الحيوان أن يتراوح بين تعلم طرق البقاء أو التكيف، وبين التعلم واكتســـاب مهارات جديدة قد يســـبقها محاولات عدية من الصـــواب والخطأ ولذلك نلاحظ اختلاف التقليد من نوع من الحيوانات لنوع أخر ومن مهارة إلى أخري، ولذلك يعطي نتائج مختلفة حسب درجة ذكاء الحيوان.

السلوك الاجتماعي Social behavior:

في الفيزيولوجيا وعلم الاجتماع، يعرف الســـلوك الاجتماعي بالســـلوك الموجه نحو المجتمع، أو الذي يجري بين الأعضاء من نفس النوع. ولذلك لا تعد السلوكيات مثل الافتراس الذي يتضمن أعضاء من مختلف الأنواع سلوكاً اجتماعياً. بمعني ان السلوك الاجتماعي يستهدف الآخرين ومن بين هذه السلوكيات الاجتماعية العدائية، والإيثار، والتضـــحية والخجل. وعندما نتعرض للســلوك الاجتماعي في الحيوان فســوف يتبادر إلى الذهن الحياة الاجتماعية للنحل وما يشـاهد في الخلية من حسن تنظيم وتخصـص علي اعلي درجة من الدقة الهندسية والسلوكية ولكن وبنظرة أوسع يمكننا أن نقرر أن هذا الأمر ليس قاصرا على النحل فقط بل يلاحظ في الكثير من الحيوانات الأخرى مثل النمل والفراشــات والأســماك والطيور والثديات فالقطعان الحيوانية يوجد بينها حياة اجتماعية والطيور توجد بينها حياة اجتماعية فالكثير منها يعتني بصـــغاره حتى يصـــبحوا قادرين على الطيران. وخلاصـــة القول أن جميع الحيوانات التي تتكاثر تكاثر جنســـي يتطلب في حياتها وجود الذكر والأنثى لابد لها من حياة اجتماعية تهيئ ارتباطها بالشـــريك الأخر. اما عن قوة العلاقة بين الأفراد فلبعض أنواع الحيوان ارتباط اجتماعي قوي وللبعض الأخر ارتباط ضـــعيف قد لا يتعدى فترة التزاوج. وســـواء كانت الرابطة بين الجنســـين رابطة قوية أو رابطة ضـــعيفة إلا أن الروابط الاجتماعية الأكثر بقاء هي الرابطة التي تنشأ بين الأمهات وصغارها والتي قد تمتد لفترة من الزمن ينمو فيها الصغير ويصبح قادر علي القيام بجميع متطلبات حياته. ومن أمثلة الحيوانات التي تظهر حياة اجتماعية كلاب المراعي والتي تعيش في مجتمع متآلف، كلّما التقى أحدهما بالآخر قام بتحيته بالقبلات حيث يقوم كلّ كلب بلمس شفة الكلب الآخر، ويفعلون ذلك وأفواههم مفتوحة، وغالبا ما تمتّد القبلات إلى تلامس الأســـنان. ومن الأمثلة أيضـــا نمل النار الأحمر يشكّل واحدا من أكثر الجماعات ارتباطا في عالم الطبيعة، فعندما يتعرّض فرد من أفراد مجتمع النمل للتهديد والخطر، يهبّ كلّ فرد من أفراد النمل لنجدته، حيث يقوم الفرد الذي تعرّض للخطر بإطلاق رائحة مميّزة

تحذّر باقي المجموعة من الخطر القادم، فيهبّ كل أفراد المجموعة لنجدته. وطائر البطريق يغوص عادة في فريق يتكوّن من ١١ فرد، ويتصـــرفون كفريق أثناء غوصـــهم، حيث يراقب كلّ فرد منهم الفرد الآخر، ومن الأمثلة أيضـــا طائر الثرثار العربي وهو من ألطف الحيوانات في عالم الطبيعة، حيث تتصـرّف هذه الطيور كعائلة واحدة، كلّ فرد يراقب الفرد الآخر ويحافظ عليه ويطعمه، وفي الشـــتاء القارس تقوم أفراد المجموعة بالتقارب مع بعضـــها بحيث يتلاصـــق كلّ طائر مع الآخر لكي يشـــعروا بالدفء ومن الأمثلة أيضـــا مجتمع الحيتان والذي يعد في عالم الحيوان من أكثر المجتمعات مســـاواة بين الأفراد ويعيشـــون حياة مجتمعية خالية من التسـلط ويشـعر فيها كل فرد بالسـعادة لصـحبته فرد آخر، ويعملون كفريق لجمع الطعام. وهذا ما يفسّـر ظاهرة انتحار الحيتان عندما تضـــلّ عن مجموعتها وتصـــبح وحيدة. إن كل ما تقدم قليل من كثير جدا عن الحياة الاجتماعية التي تسود عالم الحيوان.

بعض أشكال السلوك الاجتماعي

البناء المجتمعي Community building:

في عالم الحيوان تتنوع مسـتويات البناء المجتمعي فبعض الحيوانات مثل الأفاعي تعيش عيشـة منفردة والبعض الأخر يعيش معيشــة اجتماعية في مجموعات عائلية. وقد تكون المجموعات صـغيرة تضـم الوالدين والأولاد أو كبيرة تضم العديد من الأفراد ذات الأعمار والأجناس المختلفة التي تعيش في مجموعات تفرق بين الذكور والإناث، ولتحقيق هذا النظام تتبع المجموعات نظاما اجتماعيا صـــــارما، فغالبا ما يكون هناك ذكر واحد مسـيطر وعدد من الإناث تحت تصـرفه. والذكور البالغة تتنازع عادة على مركز السـيطرة، وهذا يعني بـالنتيجـة أن أقوى الـذكور هم الـذين يقومون بتلقيح الإنـاث، لأنهم مرجحون لأن يكونوا أكثر إنتـاجـا للـذريـة. وعندما يهاجمها الأعداء القطيع تتكتل الحيوانات الاجتماعية وإصـدارها أصـوات قوية عندما يهاجمها الأعداء وتتعاون فيما بينها للقضــاء عليه أو الهروب منه وهكذا فإن كل فرد في التنظيم الاجتماعي يسـتفيد من أعين وآذان وأنوف جميع أفراد مجموعته وللســـلوك الاجتماعي أهمية أخري في حياة الحيوان هو تيســـير فرصـــة التكاثر حيث تقابل الذكور الإناث وتالفها كما أنها توفر فرصـــة الرعايا للصـــغار كما أنها توفر للقطيع أو الجماعة فرصــة تعاونية في السـعي عن الغذاء والدفاع عن النفس ضـد الحيوانات المفترسـة ولذلك يلاحظ تتحرك هذه الجماعات أو القطعان على الدوام معا. وثمة أنواع عديدة من المخلوقات طورت لنفسـها أسـاليب مجتمعية معقدة وبين هذه الأنواع النحل والنمل وبعض الثدييات مثل الأرانب والإنسان نفسه (شكل ١).

الحركة في مجموعات:

من مميزات عالم الحيوان الحركة. فالهجرة، والدفاع، والاختباء، والركض، وغير ذلك ما هما ألا أشكال من أشكال الحركة في الحيوان. هذا عن ما يتعلق بالحيوان منفردا ولكن ما يقصد بالحركة في مجموعات هي

الحركة الجماعية لبعض الأفراد فقد تتعجب حينما ترى مجموعة من إســـراب الطيور تعد بالألف، تطير في تناغم، وتناسق، تعلو تارة، وتهبط تارة أخري. تغير اتجاهها فجأة ويتبعها الأخرون في تناسق لا يتخلف منهم أحد ولا يتردد، بل هي الطاعة لقائد الســرب وتتبع حركاته. ولا يرتبط هذا الســلوك بالطيور فقط بل يلاحظ أيضـــا في عدد من الحيوانات الأخرى كالحشــرات مثل النحل، والفراشـــة الملكية، والأســماك، والبرمائيات، والثدييات مثل الحمار الوحشـــي وفرس النهر والبقر الأفريقي وغير ذلك من الأنواع الأخرى وقد تكون الحركة أو الرفقة لمســافات قصــيرة وقد تكون لمســافات بعيدة تصــل إلي ألاف الكيلومترات تتحرك فيها الحيوانات جميعها في أسراب أو قطعان مما يوحي لك كما لو كانت تسيرها يد خفية. إلا أنها قدرة الله، فسبحان الذي خلق كل شــيء فأبدع خلقه، وسـبحان القائل[أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الطَّيْرِ فَوْقَهُمْ صَـافَّاتٍ وَيَقْبِضْـنَ مَا يُمْسِـكُهُنَّ إِلَّا الرَّحْمَنُ إِنَّهُ بِكُلِّ شَـيْءٍ بَصِـيرٌ] (الملك: ١٩). لقد أثارت تلك الحركات اهتمام العلماء، والمتابعين، وحاول كل منهم وضـــع تفســيرات لها، فمن قائل بوجود أوامر واضـــحة من قائد الســرب تنتقل للأخرين وتدفعهم لاتباع أوامره، ومن قائل إن كل فرد في مجموعة الطيور يتلازم بحركته مع حركة الآخرين، وعلى كل فرد في الســرب أن يتبع ثلاثة مبادئ، وهي أن يبقي بالقرب من أحد جيرانه، أن يتحرك في نفس الاتجاه الذي يتحرك فيه جاره، وألا يقترب كثيرا من جيرانه. فقد لوحظ انه بمجرد أن يغير أحد الطيور اتجاهه فجأة، تتبعه زمرة الطيور التي حوله، ثم يتبع ذلك تحرك باقي أفراد السرب، في صورة من صور التفاعل التسلسلي.[٨-١٠]

الفصل الثالث

لغة الحيوان:

وسائل التواصل بين الحيوانات Communication:

مقدمة: حتى أيامنا هذه وعلى الرغم من التقدم التقني والتكنولوجي في شتي أنواع العلوم مازال عالم الحيوان لم يبح بكل أسراره بل يوجد العديد من الظواهر التي يقف أمامها العلماء حائرين لا يجدون لها تفسيرا. وقد دفعت الاكتشافات العلمية الجديدة علماء الأحياء إلى النظر إلي الكائنات الحية على أنها أكثر تعقيداً وذكاء وتعقيداً مما نظن، فهي أمم أمثالنا تتواصل وتغني وتفرح أو تحزن، ولذلك يمكن القول إنها مجتمعات متكاملة لها وسائلها في التواصل والتعبير عن متطلباتها وحالتها ولتحقيقَ ذلك لا غنى للحيوانات عن الصوت، فهو يكاد يكون قاسمًا مشتركًا بينها جميعًا، وتختلف درجة هذا الصوت في الحيوان قوّة وضَعفًا، وشِدَّة ورَخاوة تبعًا لحالته قال الله تعالى: (وَمَا مِن دَآبَّةٍ فِي الأَرْضِ وَلاَ طَائِرٍ يَطِيرُ بِجَنَاحَيْهِ إِلاَّ أُمَمٌ أَمْثَالُكُم مَّا فَرَّطْنَا فِي الكِتَابِ مِن شَيْءٍ ثُمَّ إِلَى رَبِّهِمْ يُحْشَرُون) [الأنعام: ٣٨]. وسوف نستعرض فيما يلي بعض من مظاهر التواصل بين الحيوانات.

لغة التواصل بين الحشرات:

من العسير تحديد إطار لُغوي لعالَم الحشرات؛ وذلك لان عالم الحشرات. حتى الأن بلغ ما حدده العلماء من الحشرات ٦٥٢ ألف نوع مختلف منها، ويبلغ عددها ما يقرب من عدة مليارات. وبالمقارنة لا توجد أي فصيلة أخرى من الحيوانات على الأرض تقارب في عدد أنواعها عدد أنواع الحشرات. لذلك فعالم الحشرات عالَم رَحْب، ومتنوّعٍ وزاخر بالعديد من المخلوقات التي لَم يُعرَف منها حتى الآن سوى القليل. فالحشرات تختلف في أماكن معيشتها، فمنها ما يَقطن الصحاري ومنها ما يتَّخذ الجبال والوديان مأوًى، ومنها ما يعيش في البيوت والمنازل، ومنها ما يعيش مُختبئًا في الشقوق. ومن الطبيعي أن يؤدِّي هذا الاختلاف في البيئة وطريقة المعيشة، إلى اختلاف سُبل التواصل والتخاطب" فيما بينها. وقد استطاعَ العلماء عن طريق التجربة والملاحظة تحقيقَ تقدُّم في معرفة اللغة الشائعة بين بعض أنواع الحشرات. لقد تمكنت البحوث من اكتشاف الكيفية التي يستخدمها العنكبوت القزم للسفر مئات الأميال عبر البحر والإقامة بجزر بركانية بعيدة جدا، إذ تبين أن هذا العنكبوت يتحرك عبر الالتصاق بأسلاك حرير يطلقها في الجو فتحملها التيارات الهوائية لمسافات بعيدة جداً كما اكتشفت الدراسات كذلك أن بإمكان الصراصير البقاء على قيد الحياة مدة شهر كامل دون غذاء ومدة أسبوع دون ماء، وأنها تتحمل ١٥ ضعفاً مما يتحمله الإنسان من الإشعاع، كما أن بإمكانها أن تعيش لأسبوع دون رأس. إذاً الصرصور أقوى من الإنسان فهو يستطيع العيش من دون رأس ويتحمل الإشعاعات الخطيرة من دون أذى. ومن السلوكيات التي لفتت انتباه الدارسين كثيرا لغة النحل، فقد كان الناس يعجبون من توصل النحل للأزهار،

حتى جاء الدكتور "فون فريش" واثبت بتجاربه أن للنحل نظامًا دقيقًا ، يوازي النُّظم البشرية، ويتحدَّاها في التنظيم وتوزيع الأعمال والأدوار، وحُسن التعاون، وقد بات معروفًا الآن أمْرُ اللغة التي تتمُّ بين النحل داخل الخليَّة وخارجها، والمعروف أنَّ هذه الخلية تضمُّ الشغَّالات والمَلِكات، والذكور والجنود، وتتقاسم هذه العائلة العملَ فيما بينها للحصول على مصدر الغذاء، فالشغَّالة تخرج للبحث عن الغذاء، فإذا وجَدته تعود إلى بقيَّة الأفراد في الخلية، وهي تهتزُّ بعدَّة رقصات تستطيع من خلالها الشغالات الأخرى فَهْمَ معنى كلِّ رقصة وتحديد المسافة والاتجاه بين موقعها وموقع الأزهار. وقد ذكر "فريش" أنَّ النحل قادرٌ على تمييز أربعة ألوان، هي: الأصفر، والأخضر، والأزرق، واللون فوق البنفسجي، وهناك نوعان من الرقص تؤدِّيهما النحلة الشغَّالة، هما الرقص الدائري، والرقص الاهتزازي، والنوع الأول يؤدَّى عندما تكون المسافة بين الخلية ومصدر الغذاء لا تتعدَّى خمسين مترًا، أمَّا إذا زادَت المسافة عن ذلك، فتتغيَّر الرقصة إلى أخرى اهتزازيَّة، تَطير فيها الشغَّالة في خط مستقيمٍ لمسافة قصيرة، ثم في حركة نصف دائريَّة، يتحرَّك معها الجزء السفلي للجسم، فتدور نصف دائرة إلى اليسار، ومثلها إلى اليمين، مع هزِّ بَطنها في كلتا الحركتين، وهذه الرقصات تُنبئ عن بُعد الخلية عن مصدر الرحيق، فإذا تكرَّرت الرقصة عشر مرات كلَّ ١٥ ثانية، كانت المسافة بينها ٩٠ متراً، وإن بعدت المسافة إلى ٩٠٠ متر، تكرَّرت الرقصة خمس مرات كلَّ ١٥ ثانية، وهكذا . وتستطيع الشغَّالة كذلك تحديد الاتجاه المطلوب للوصول إلى هذا المصدر، بواسطة النوع الثاني من الرقص، حيث تهتزّ النحلةُ وتهزُّ بطنها بالزاوية نفسها مع قُرص الشمس، وقد لاحَظ "فريش" ومعاونوه اختلافَ الرقصات في المساء عنها في الصباح، ففي هذا الوقت تكون الحركة في خط مستقيمٍ، ثم تميل في المساء بمَيْل قرص الشمس، فإذا اتَّجهت الشغَّالة في خط مستقيمٍ إلى أعلى مباشرة، فمعنى هذا أنَّ مصدر الاغتذاء في اتجاه الشمس، وإنِ اتَّجهت في الخط إلى أسفل، فالمصدر في الاتجاه المضاد للشمس، وإنِ اتَّجهت في خطِّها المستقيم بزاوية ٦٠ درجة، كان الغذاء في الزاوية نفسها، وهكذا. ورغم احتجاب الشمس خلف السُّحب، ففي مقدور النحل رؤيتها، فالعناية الإلهيَّة أودَعتها عيونًا تتجمَّع فيها الرؤية في نقطة معيَّنة بدل تَشتُّتها، وهذه القدرة في رؤية لون الأشعة فوق البنفسجيَّة، يستخدمها النحل لاختراق السُّحب الكثيفة وصدق القائل(وَأَوْحَى رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلاً يَخْرُجُ مِن بُطُونِهَا شَرَابٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاء لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ)[النحل ٦٨-٦٩](شكل١٣٣).

التواصل (لغة) في النمل:

من أنواع الحشرات التي لفتت انتباه العلماء أيضا النمل، فالنمل أنواع عديدة تربو على ستمائة نوع، وهو يعيش داخل أوكار يَبنيها بنفسه من الرمال، أوفي شقوق حجرية، يُخزِّن فيها طعامه، ويتم التفاهم بين النمل بحاستي الشمِّ واللمس. أمَّا حاسَّة البصر، فهي ضعيفة لديه؛ نظرًا لأنه يقضي معظم حياته في ظلام الوكر

الدامس، وقد عوَّضه الله تعالى حساسية قوية في الشم، تستطيع تمييز رائحة الإفرازات التي يفرَزها أفراد الوكر الواحد. يقوم النمل في سبيل الحصول على الغذاء برسم علامات وإشارات على الطريق، ليَسترشدَ باقي النمل إلى سلوك هذا الطريق المُوصل إلى الغذاء، وهذا العلامات هي مواد كيميائيَّة تُفرزها غُدد خاصة في رأس النملة أو في شَرجها، وقد قام بعض العلماء مثل Wilson بتجارب على النمل، أثبَتَت أن الغُدة المسماة "دوفور" في نمل الميرنيسين، تُفرز مادة قلوية ذات رائحة مميَّزة، تَخطُّها على الأرض إبرة في أسفل بطن النملة، وتتبادل النملات العاملات تخطيطَ الطريق، فترسم الواحدة خطًّا طوله قرابة نصف متر، وتتولَّى أخرى، وثالثة.. إلخ. وكثيرًا ما نرى أسراب النمل وهي ذاهبة أو آيِبة في خطوط طويلة، فإذا ما حاوَل أحدنا مَسْح الطريق بالإصبع، يعمُّ الاضطراب جموع النمل، ويبدأ وسيلته الثانية في التعرُّف على أفراد عائلته، حيث يَعمد إلى الملامسة بقرون استشعاره، أو بزوج أرجُله الأمامِيَّيْن، وهذه الوسيلة يلجأ النمل إليها داخل الوكر أيضًا، إذ يستطيع التعرُّف على غيره بلَمْس الجسم والرأس، وبمساعدة رائحة خاصة تُصدرها قرون الاستشعار، وهذه التلامُسات تُفيد في عملية نقل الغذاء بين نملة جائعة وأخرى لديها الطعام، ويَلجأ النمل أحيانًا إلى رقصات تعني اكتشافه مصدرًا للغذاء، كما رأينا عند النحل. لقد قام العلماء بتزويد مجموعات من النمل بأجهزة اليكترونية لدراسة عاداته داخل بيوته. ثم عاين العلماء طريقة اختيار النمل بين اثنين من المواقع كأوكار له حيث لاحظوا تفضيله مكاناً عالياً على الرغم من أنه كان يبعد تسع مرات عن مسافة أبعد من البديل الذي لم يكن تم إعداده. وقد أشارت مجموعة بحثية أخري إلى أنه عندما ترغب مستعمرة من النمل الصخري الهجرة إلى أوكار جديدة، فإن فرقة من النمل الكشافة تقوم أولاً بعملية استكشاف وتقييم قبل التوجه إلى المكان الجديد وإعداده للمجموعة. تقول الدكتورة إلفا روبنسون من كلية العلوم البيولوجية بجامعة برستول، إن ٤١٪ من النمل الذي زار المناطق الأكثر قرباً وفقراً من بيوته انتقلوا بعد ذلك إلى مناطق أبعد. وأن ٣٪ فقط من النمل زار في البداية مناطق بعيدة ثم انتقل للعيش في بيوت قريبة. إن هذه الدراسة أظهرت أن النمل أفضل من البشر في اختيار بيوته. وقد قال باحثون أميركيون إن النمل يمتلك القدرة على اتخاذ قرارات عقلانية عند مواجهة التحديات، حتى إنه قد يتفوق أحياناً على البشر في هذا الجانب، حسب تقديرهم. وطبقا لفريق البحث الذي ضم مختصين من جامعتي "ولاية أريزونا" و"برينستون" فإن الأمر لا يشير إلى أن البشر أكثر غباء من النمل، فالعديد من الكائنات قد تلجأ إلى خيارات لا عقلانية عندما تواجه تحديات تتطلب اتخاذ قرارات صعبة، وهو ما ينطبق كذلك على البشر". وتقول الدراسة التي نشرت نتائجها في دورية العلوم الحياتية وهي من منشورات الجمعية الملكية في بريطانيا بتاريخ ٢٢ يوليو ٢٠٠٩ إن النمل من النوع "تيمنوثوراكس كيرفيسبينوساس" يبرع في اختيار مسكنه، فهو قادر على اتخاذ قرار بهذا الشأن حتى عندما تكون الخيارات المتاحة أمامه متشابهة، وذلك فيما يختص بالجوانب الإيجابية المرتبطة بها. وحسب الفريق فإن الفرد من هذا النوع من النمل يمتلك خياراً واحداً، لكن المجموعة تتخذ قراراً جماعياً، ينجم عن تفاعل

أفراد النمل معا، حيث ينتج قرار واحد يعكس نتائج أكثر دقة، وهو ما أسماه الباحثون بحكمة الحشود. هذا وقد أشارت دراسات أخري أن لدى النملة حساً عالياً بالمسؤولية واستعداداً لتحمل المشاق من أجل مساعدة رفاقها الآخرين. وبحسب الدراسة التي أعدها سكوت باول وزميله البروفيسور نايجل فرانكس من جامعة بريستول، فإن النملة تسدّ بجسدها الفجوات أو الثقوب الموجودة في طريق جيش النمل في الغابات الممطرة من أجل تسهيل مهمة خروجه للبحث عن الطعام والعودة إلى أعشاشه. وقال الباحثان إن النملة تشكل بجسدها ما يشبه "السدادة" لملء الفجوات الصغيرة التي تعترض جيش النمل الذي يبلغ عدده أحياناً ٢٠٠ ألف من أجل تسهيل مهمته على أكمل وجه، وهي بذلك تجعل الطريق أكثر نعومة مما يساعده على إتمام مهماته بسرعة. وعندما يستكمل جيش النمل مهمته تخرج النملة من الثقب التي تكون قد حشرت نفسها فيه لتنضم إلى رفاقها في العودة إلى أعشاشها. كما قال باحثون أخرون إنهم توصلوا إلى أول دليل على وجود تعليم لدى الحيوانات، ويتمثل في نمل يعلم بعضه بعضاً الطريق إلى الغذاء. وكشفت دراسة أجراها علماء من جامعة بريستول على مدى عامين استخدام النمل تقنية معروفة باسم ركض الترادف حيث تقود نملة نملة أخرى من العش إلى مصدر الغذاء. ولاحظ البروفسور نايجل فرانكس والباحث توم ريتشاردسون أن ما يحدث في مملكة النمل حالة تعليم حقيقية حيث تبطئ قادة النمل المتقدمة السير إذا بعدت المسافة بينها وبين النمل الذي وراءها، وحين تضيق المسافة تسرع. يقول هذا الباحث الذي أورد نتائج الدراسة في دورية نيتشر (Nature) إن التعليم ليس مجرد محاكاة، ولكن النمل يكتسب مزايا أخرى من التعليم إذ تتعلم النملة التابعة أين يوجد مصدر الغذاء بشكل أسرع. وبعدها تشيع المعلومات عبر مستعمرة النمل حيث يتم ترقية النمل التابع ليصبح نملاً قائداً وتبدأ العملية التعليمية كلّها من جديد. يعتقد فرانكس أن التعليم الحقيقي يشمل الكثير من رجع الصدى. ويقول "الطريف في هذه العملية هو أن النمل حشرة لها مخ صغير. المخ البشري أكبر منها مليون مرة ومع ذلك فإن النمل رائع في التعليم والتعلم". (**حَتَّىٰ إِذَا أَتَوْا على وَادِ النَّمْلِ قَالَتْ نَمْلَةٌ يَا أَيُّهَا النَّمْلُ ادْخُلُوا مَسَاكِنَكُمْ لَا يَحْطِمَنَّكُمْ سُلَيْمَانُ وَجُنُودُهُ وَهُمْ لَا يَشْعُرُونَ**) [**النمل** ١٨]. وتتفاهم أنواع أخرى من الحشرات بوسائل أخرى؛ كالإشارات الضوئية التي تتمُّ بين زوجي "حشرة النار"، فيبرق أحد أنواع هذه الحشرات وميضًا كلَّ ٥، ٨ ثوانٍ، فتردُّ الأنثى على هذه الإشارة الضوئية بعد إصدارها بثانيتين، ويتمُّ التزاوج بينهما بعد ذلك. وللصوت نصيبٌ أيضًا في لغة التواصل بين الحشرات، ولكنه يكاد يقتصر على الذكور، أمَّا إناث كثير من الحشرات، فليست لَدَيها القدرة على إصداره، ويتشكَّل هذا الصوت بنغمات موسيقيَّة يُصدرها ذكَرُ "النطاط"، تَنتج من حكِّ جناحَيْه، أو فكيه ببعضهما، وتجد هذه النغمات التي لا تسمعها الأذن البشرية تجاوبًا من الإناث. والحشرات تسمع الأصوات، وتميّز أصوات أبناء جنسه والنغمات الصادرة عنها، بآذان موصلة في أرْجُل بعضها أو في الصدر، أو فتحات في أنحاء أخرى من الجسم (١٣٣-١٣٤).

لغة الأسماك:

يمثِّل عالم البحار عالَمًا قائمًا بذاته، فالمياه تغطي ثلاثة أرباع الكرة الأرضيَّة، بينما تَشغل اليابسة الرُّبع الأخير، وما يدور تحت هذه المياه غاية في العجب والغرابة، فإذا أُتيح لنا الغوص تحت سطح الماء، أمكَننا رؤية مخلوقات مثيرة، بعضها سريعة الحركة، وأخرى تسير بتثاقُل، ومنها الصغير والكبير، ولكنَّ الرابط الذي يكاد يَجمعها هو شكلها الانسيابي ليساعدها على الحركة والعوم. وعالم المياه يَضِجُّ بالأصوات على عكس ما يتبادر إلى الذهن، والأسماك لا تَمتلك رئات أو أحبالاً صوتيَّة أو آذان ظاهرة على سطوح رؤوسها، فكيف ولماذا تُصدر هذه الأصوات؟ إنَّ في جسم السمكة مثانة أو أكياسًا هوائية للعوم تُشبه البالونات، تقع تحت العمود الفقري مباشرة، وعندما تَنقبض عضلات خاصة في جدار كيس العوم يَتذبذب الكيس، ويَصدر عنه صوت ذو طبقة مُنخفضة، يُشبه إلى حدٍّ ما صوت قَرْع الطبل، على أنَّ هناك أسماكًا تُحدث الأصوات بطُرق تختلف فمنها ما تصر أسنانها، أو تحتكُّ ببعضها البعض، وعلى الرغم من عدم وجود آذان ظاهرة إلا أنها تستطيع سماع هذه الأصوات وتستجيب لها. اما عن السبب في إصدار الأصوات فهي أسباب متنوعة تتعدَّد بين الحث على التجمع بين أفراد النوع الواحد، أو إبقاء أسماك أخرى غريبة على بُعدٍ ومَنْعها من الاقتراب من منطقة النفوذ الخاصة، أو الإنذار بوجود الأعداء، غير أنَّ كثيرًا من هذه الوظائف لا يزال بحاجة إلى مزيد من الدراسة لإثباته. ومن الاكتشافات المهمة في عالم الأسماك أن بعض الأسماك تقوم بإنتاج مجالات كهربائية يمكنها أن تمثل فخاخا تصعق بها الفريسة وتقتلها أحياناً. وسبحان الله، لدى السمكة معرفة فطرية بعدوها فهي تفرق بين العدو والصديق فتصعق العدو وبنفس الوقت لا تؤذي الصديق. إن هذا ما يثير دهشة العلماء، كيف تعلمت الأسماك هذه التقنية المعقدة والذكية؟ بالإضافة لما سبق من وسائل الاتصال تَستخدم الأسماك الألوانَ كذلك للتعبير عن أغراضها، فألوان الأسماك التي تعيش في الشعَب المرْجانيَّة ليست مجرَّد حِلْيَة تُضفي عليها مسْحة من الجمال، وإنما هي دَلالات معيَّنة، لتحذير غيرها ممن تُحاول التوغُّل داخل منطقتها ومشاركتها غذاءَها، ومخالفة هذه الإشارات قد تجرُّ إلى معركة عنيفة. ومن عجائب عالم البحار احتواؤه بعض الأسماك على مصابيح مُضيئة تساعد في البحث عن الفريسة، أو لبثِّ الرعب في نفوس أعدائها، أو لاجْتِذاب أنواع الحيوانات البحرية التي يَستهويها الضوء. ومن الأسماك ما يستطيع تمييز أبناء جنسه من غيرهم بوساطة الرائحة، كسمكة "المينو"، وهي بالإضافة إلى ذلك قادرة على تمييز ١٥ نوعًا آخر من الأسماك، وقد لاحَظ العلماء أنَّ هناك أنواعًا من الحيوانات البحرية تُصدر تيَّارًا كهربيًّا شديدًا صادمًا، قد تصل قوَّته إلى ٦٠٠ فولت، إذ تَمتلك أعضاءً حسية كهربيَّة داخل جسمها، ولا شكَّ أنَّ في هذا حماية لها من الأخطار، ومساعدة أوْدَعها فيها الخالق عزَّ وجلَّ للقُدرة على الحياة. (شكل ١٠٨)

لغة البرمائيات:

عندما تصل الضفادع لسن البلوغ، تهاجر وتتجمع بالقرب من جداول الماء، كل يريد إيجاد شريك تزاوج، ولتحقيق هذه الغاية يصدر الذكر صوت نقيق، تنجذب اليه الأنثى والتي تستطيع بدورها تمييز أصوات الذكر الذي من نوعها من الذكور الأخرى. تتنافس تلك الذكور في إصدار النغم الأكثر تعقيداً، وبالفعل قام ٢١ شخصاً بتسجيل الأصوات الصادرة عنها على مدى ١٢ ساعة، فلم يجدوا حتى مجرد صوتين متشابهين. ومن الغريب أن ذكور الضفادع التي لا تستطيع إصدار نقيق تقوم بمضايقة ومنع الإناث من الاقتراب من الذكور ذوات النقيق. تتميز أصوات الضفادع بأنها مرتفعة تسمع من مسافة طويلة تتعدى الميل، وهو يصدر حين مرور الهواء إلى الحنجرة في الحلق، في معظم أنواع الضفادع ثمة كيس يتكون من غشاء جلدي، تحت الحلق أو في طرف الفم، ينتفخ كالبالون، أثناء إصدار الصوت والذي يتحكم فيه الجهاز العصبي. من أكثر أنواع الضفادع غرابة ذكر الضفدع المغرد والذي يصدر أصوات جميلة كأصوات العصافير تماماً لجذب الإناث والضفادع الأخرى. وقد لاحظ علماء السلوك أن لهذا الضفدع طبقات صوتية متعددة وفريدة تدخل في دائرة الموجات الصوتية فوق السمعية. والواقع ان الفريق الذي ذهب للبحث عن مصدر الصوت توقع انه سيعثر على طائر مغرد لم يعرفه التأريخ، لكن دهشتهم كانت كبيرة عندما عثروا على نوع يعرف بأمولويس تورموتس أي الضفدع المدفون الغائر الأذنين حسب تسمية السكان المحليين. بعض الضفادع ينعدم لديها كيس الصوت، مثل الضفادع من أجناس (*Heleioporus* و *Neobatrachus*)، ولكنها تصدر أيضا أصواتا عالية، لأن فمها يحتوي على فراغ يعمل كغرفة ترديد الصدى تزيد من قوة الصوت. أما عن السبب الرئيسي للنقيق عند الضفادع فيرجع بالدرجة الأولي إلى محاولة الذكور جذب الإناث للتزاوج أو كعلامات تنبيه عندما يركبه ذكر آخر بطريق الخطأ أو عند التعرض لخطر داهم، أو أصوات تحذيرية والتي غالبا ما يطلقها الذكور للإعلان عن ملكيتها لرقعة معينة من الأرض وتنذر من خلالها الذكور الأخرى من الاقتراب منها. وتختلف أصوات الذكور من حيث حدتها ووقتها والسبب في إصدارها من نوع لأخر فأصوات الغزل تختلف عن أصوات التحذير وأصوات التحذير تختلف عن أصوات التنبيه. كما تختلف أصوات الضفادع من نوع لأخر، فأصوات الضفادع القارية تختلف في نغمتها وحدتها عن الأنواع الاستوائية ولذلك يستطيع الباحث المتمرس تحديد النوع حالة سماعه لتلك الأصوات. ومن العجيب أن جميع أصوات الغزل وجذب الإناث تصدرها الضفادع حينما يكون الفم مغلقا أما تلك التي تصدر عندما يكون الفم مفتوحاً فتتميز بنغماتها العالية وتصدرها الذكور عادة إذا ما شعرت بخطر ولذلك يعتقد العلماء أنه صوت تحذير أو تنبيه أو تضليل تلجأ اليه الضفادع لجذب أعداد كبيره إلى المكان مما يؤدي إلى تشتيت انتباه الزائر الغريب وابتعاده عن المكان. غالبا ما تصدر الضفادع أصواتها عبر الهواء الجوي ولكن

أثبتت بعض الأبحاث أخيرا على قدرة بعض الأنواع على إصدار أصوات وهي تحت سطح الماء وقدرة البعض الأخر على إصدار أصوات للتزاوج وهي مغمورة في الطمي أو تحت الصخور.

لغة الطيور

إن ما نسمعه من زقزقة العصافير، ونعيق الغربان، وهديل الحمائم، وغيرها من الأصوات التي تُحدثها بعض الطيور ما هي ألا أصوات تصدرها الطيور للتجاوب مع الطيور الأخرى لأغراض مختلفة منها النداء ومنها التحذير ومنها الغزل. وقد يتَّخذ الذَّكر لنفسه منطقة نفوذ ويعلو فيها صوته ولا يَجرؤ أحد من باقي الطيور على الدخول في حدودها. ويتكوَّن الجهاز الصوتي عند الطائر من حنجرة عظمية صغيرة، تسمى: المصقار، ووَضْع الحنجرة أسفل القصبة الهوائية يُبعدها عن مدخل الهواء أو فتحة المزمار. أمَّا جهاز الاستقبال لدى الطيور أو الأُذن، فتتكوَّن من أذن وُسطى، وأخرى داخلية، فيها عدد كبير من الخلايا الحسَّاسة التي تتأثَّر بالأصوات إلى درجة معيَّنة، وفي الإمكان تقسيم صوت الطير إلى قسمين:

النداء الصوتي: وهو نغمة قصيرة مكوَّنة من مقطع أو مقطعين، ينادي بها الطائر على صغاره، كما تفعل الدجاجة مع فراخها عند اكتشافها مصدرًا للغذاء، وربما كانت هذه الأصوات للتحذير من خطر قد يحيق بها، فإذا رأت الدجاجة صقرًا يقترب من حظيرتها، فإنها تُطلق صرخة ذات نغمة خاصة تَسمعها الفراخ الصغيرة، فتَهرع إلى أقرب ملجأٍ وتَلوذ به.

التغريد: لطالَما سَمِعنا تغريد الطيور، واستَمتَعنا بهذا الصوت المحبَّب العذب، الذي يتغيَّر من وقت لأخر، فهي تقوى في مواسم الربيع والتكاثر وتضعف في الأوقات الأخرى، ويرجع السبب في ذلك إلى وجود هرمونات تَضبط حركة الصوت، وتُنظِّم أداءَه، ومع ازدياد إفراز هذه الهرمونات، تَزداد زَقزقة الطيور ويَكثر تغريدها ومن أهم هذه الهرمونات هرمون التستوستيرون.

الإشارات: للطيور وسيلة أخرى للتعبير عدا الصوت، وهي الإشارة لغرض الغزل والتزاوج، فذَكَرُ "البلشون" يقدِّم إلى أُنثاه عصًا صغيرة، فإذا قَبِلت هذه الهديَّة، تآلَفا وتزاوَجا، ثم يقومان ببناء العُش معًا. وذكَر "خطاف البحر" يقوم باقتناص سمكة، ثم يَعرضها على الطيور على الشاطئ، فإذا قَبِلها أحدها عُرِف أنها أُنثى، فأنثى هذا الطير تُشبه الذَّكر تمامًا، أمَّا هديَّة طائر "البطريق"، فهي عبارة عن حَصاة يضعها الذَّكر عند قدمي أُنثاه، ويختال "الطاووس" بمروحته الجميلة من الريش الذهبي والأخضر والقزحي، يَفرشها متباهيًا أمام أنثاه وسبحان الله، لقد سخر الله هذا المجال المغنطيسي للطيور ليعمل مثل البوصلة في التوجيه، لأن هذه الطيور وهي في الجو تحتاج لتوجيه تماماً مثل الطائرة التي تحتاج لمعلومات تستقيها من أبراج المراقبة. نشر عدد من باحثي أكسفورد في بريطانيا دراسة في الدورية العلمية على الإنترنت "بلوسوان" تفيد بأن لدى الغربان قدرة ذكاء تمكنها

من التحليل والاستنتاج. وقد شملت هذه الدراسة سبعة غربان في كالدونيا الجديدة التابعة لفرنسا، وقد أجريت اختبارات على هذه الطيور وهي في الأسر لمعرفة مدى قدرتها على القيام بمهام تتطلب استخدام ثلاث أدوات تباعاً للوصول إلى الغذاء. وكان على تلك الطيور أن تقوم بإدخال أداة صغيرة في أداة أكبر لتتمكن من التقاط أداة أكبر من ذلك وتصل في النهاية إلى قطعة من الغذاء لم تكن لتحصل عليها لو لم تقم بتلك العمليات تباعاً. وقد نجح خمسة من هذه الغربان في المهمة، أربعة منها من أول محاولة ودون أي نوع من التدريب المسبق، وبتحليل سلوك تلك الطيور تبين أنها لم تتصرف عشوائياً، فقد كان الطائر كلما وضع آلة لاختيار أخرى يختار واحدة أكبر من التي كانت عنده. لقد كشفت هذه الدراسة عن مهارة لم تكن معروفة لدى الطيور، كما أظهرت أن المقارنة بين المهارات المعرفية يجب أن تخضع لمقاربة حذرة، فالسلوك الذكي يمكن أن يتكشف لدى المخلوق دون أن تكون له بالضرورة قدرات عقلية عالية.

لغة الثدييات:

تنتمي الثدييات إلى الحيوانات ذوات الدم الحار، واللغة عند هذه المخلوقات ذوات الحناجر يَغلب عليها الصوت، به تدافع عن نفسها، وتنادي بعضها، ويظهر غضبها أو رضاها، أو جوعها، أو ألَمها فالخيول والحمير والخِراف والماعز تطلق الأصوات العالية عند مهاجمة الحيوانات المُفترسة لها، والكلاب تَنبح بشدَّة عندما تشمُّ رائحة غريب أو لصٍّ يَقترب من منزل صاحبه، وبعض الغزلان تطلق أصوتها إشارة لوجود خطر يتهدَّد القطيع، فتولِّي هاربة بقُدرتها على القفز والركض السريع. وكثيرًا ما يسمع في الغابات صوت الذئاب للتجمُّع تمهيدًا للأخذ بثأْر أحدها إن وُجِد مقتولاً، وقد يقتصر الصوت في بعض الثدييات على فترة الإخصاب كما هو الحال عند الزرافة، والكنغر، والجمل، وبعض الإناث في الجاموس والبقر تُنادي الذكر بنداءات متميزة عند التزاوج! إنَّ هذه الأصوات تجد استجابة لدى آذان الثدييات، فهي تَمتلك آذانًا متطورة من حيث التركيب فهي مكوَّنة من ثلاثة أجزاء والأذن الخارجية كبيرة الصوان، حتى تتمكَّن من تجميع الصوت، فللخفاش "الوطواط" أُذن يفوق حجمها حجمَ رأسه، وهي قادرة على استقبال تردُّدات تصل إلى ١٢٠ ألف ذبذبة / ثانية، وهذا الحيوان الثدي مجهَّز بـ"رادار"، وهو يُصدر صوتًا تتراوح ذبذبته بين ١٠.٠٠٠ و١٠٠.٠٠٠ ذبذبة / ثانية، ولصوته تردُّد معدَّله عند صيد فريسته ٥٠.٠٠٠ ذبذبة / ثانية، وهذا كله عِوَض عن بصره الكليل، وبالرغم من ذلك، فإنه يطير ليلاً ونهارًا!. وإذا انتقَلنا إلى أرقى الأنواع من الثدييات، وأعني بها القرود، واجَهتنا بصياحها ومُداعباتها بالحركات ذات الخفة والسرعة، أو بتعبيرات لحركة الفم، وانقباض الوجه... إلخ، تبعًا لحالتها النفسية والجسمية. وقد قضى " العالم كاربنتر" عامين بين نوع من القردة، كثير الصِّياح، وأثبَت أنَّ هذه الأصوات هي إشارات لباقي أفراد جِنسها، تبدأ صباحًا، وتَختتم بها يومها، وهي دالة على التجمُّع لصدِّ الهجوم، أو للبحث عن المأكل وقد يُثار سؤال في معرض الحديث عن سلوك الحيوان، وهو: هل بإمكان الثدييات وخاصة الأليفة منها فَهْم

كلام الإنسان أو تعلُّمه؟ والإجابة عن هذا السؤال نستطيع ان نحدد ان الحيوانات على اختلاف فصائلها وأنواعها تلجأ إلى سلوك معيَّن، أو تُصدر أصواتًا تبعًا لغريزة أوجَدها الله تعالى فيها، وقد ترتبط بعض الكلمات بأعمال مصاحبة يقوم بها الإنسان أمام الحيوان، فإذا أعَدْتَ عليه الكلمة مرة ثانية، تستجيب للكلمة لا شعوريا بنوع من الفعل او الحركة يمكن ان نطلق عليها الحركة الأستجابية، وهذا يُذكِّرنا بتجربة قام بها الدكتور "كيث هايس" وزوجه على القردة "فيكي"؛ حيث اعتاد الزوجان عند الخروج للنزهة بالسيارة أن يَحملا معهما عددًا من نوع خاص من المناشف، وقد اكتَسَبت "فيكي" عادة إحضار المناديل بسرعة، لدرجة أنها كانت تُسارع بإحضار عددٍ منها كلما شَعَرت بالخروج للنُّزهة، وعندما أخفى الزوجان المناشف عنها، كانت تُحضر بعض المناديل المشابهة والمصنوعة من الورق؛ لإبداء رغبتها في الخروج للنُّزهة. وعن طريق التلقين يُمكن لبعض أنواع الشمبانزي أن تأتي بأصوات مشابهة لصوت الإنسان بالتقليد، ولكنَّها لا تستطيع الاحتفاظ بها، أو استرجاعها، كما يَحدث لدى طائر الببغاء في تقليده لأيِّ صوت يتلقَّاه، لكن بإمكان الحيوان المدلَّل تعلُّم نغمة صوت صاحبه، إذا كانت مَرِحة أو سارَّة، أو آمرة زاجرة، وإذا قدَّمت الطعام للقط أو الكلب المدلَّل بلهجة قاسية، فلرُبَّما خاف وابتعَد، وعكس ذلك لو ذكَرت له كلمات الوعيد بنغمة حانية من صوتك، جاءَك راضيًا، وجلس بقُربك وهو يحرِّك ذَيْلَه مسرورًا. وفي دراسة جديدة أجريت على الفيلة توصلت إلى ان الفيلة تستخدم أرجلها للاستماع، فقد كشفت الباحثة في كتابها الجديد أن الفيلة تستطيع اكتشاف ترددات الزلازل عبر عظام وأعصاب خراطيمها وبالتالي لديها قدرة تتفوق على الإنسان في التنبؤ بالزلازل والكوارث الطبيعية قبل حدوثها، وبالتالي تتمكن من الهرب بعيداً. سبحان الله! (شكل١٣٥) مما تقدم نخلص إلي القول بان لكل جماعة من الحيوان تعيش حياة اجتماعية مثل النمل، النحل، والقردة ... الخ إلا أمم لها وسائل اتصالها، ولغة تفاهم بين أفرادها مما يزيد من مستوى التنظيم بين الأفراد ويحقق التعاون بينها ويحافظ علي أفرادها عند مواجهة الخطر. وبناء على ذلك لابد للمؤمن وهو يرى هذه الآيات في عالم الحيوان أن يتفكر ويتعلم ويعقل، فالعلماء يعجبون من القدرة الفائقة لدى النمل على التعلم، ويقولون إن دماغها صغير جداً ولا يتسع للمعلومات الكافية للتعلم فمن أين تتعلم وكيف تتمكن من تنفيذ أعمال معقدة في البناء والتواصل والدفاع. لابد أن تكون هناك قوة تقف خلف هذه المخلوقات؟ ، يقول تعالى: (وَمَا مِنْ دَابَّةٍ فِي الْأَرْضِ إِلَّا عَلَى اللَّهِ رِزْقُهَا وَيَعْلَمُ مُسْتَقَرَّهَا وَمُسْتَوْدَعَهَا كُلٌّ فِي كِتَابٍ مُبِينٍ) [هود: ٦] ويقول تعالي (**وَمَا مِنْ دَابَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا طَائِرٍ يَطِيرُ بِجَنَاحَيْهِ إِلَّا أُمَمٌ أَمْثَالُكُمْ مَا فَرَّطْنَا فِي الْكِتَابِ مِنْ شَيْءٍ ثُمَّ إِلَى رَبِّهِمْ يُحْشَرُونَ**) [الأنعام: ٣٨]، ونتساءل: هل كان لدى محمد صلى الله عليه وسلم مختبرات في علم الحشرات ليقرر حقيقة علمية لم يكتشفها العلماء إلا اليوم، وهي أن كل دابة أو طائر أو حيوان إنما هي مخلوقات ذكية مثلنا ومجتمعات منظمة وأمم تشبهنا؟ من أين جاء بهذه المعرفة التي تتطابق مع ما يكتشفه العلماء اليوم؟ [١-٣]

قائمة الأشكال



شكل (١٣٣) الغة الكيميائية في نمل النار



شكل (١٣٤): الرقصات في النحل احد لغات التخاطب والتفاهم



شكل (135) الثدييات العليا تمتلك صور جيدة من صور التخاطب

الباب الرابع

الحياة الاجتماعية (السلوك الاجتماعي)

مقدمة: تعرف الحياة الاجتماعية (السلوك الاجتماعي) بالسلوك الموجه نحو المجتمع، أو الذي يجري بين الأعضاء من نفس النوع. فلا تعد السلوكيات مثل الافتراس الذي يتضمن أعضاء من مختلف الأنواع اجتماعية. وعلى الرغم من أن السلوكيات الاجتماعية نوع من أنواع التواصل (إثارة رد فعل، أو تغير في السلوك، دون العمل مباشرة على المتلقي)، فالتواصل بين الأعضاء من مختلف الأنواع سلوك غير اجتماعي. ويستخدم التعبير الجامع العلوم السلوكية للإشارة إلى العلوم التي تدرس الاضطرابات السلوكية بوجه عام. يعني "السلوك" في علم الاجتماع، بحد ذاته، نشاطًا شبيهًا بالحيوانات خاليًا من المعنى الاجتماعي أو السياق الاجتماعي، على النقيض من "السلوك الاجتماعي" الذي يتضمن كليهما على حد سواء. في التسلسل الهرمي الاجتماعي، يتبع السلوك الاجتماعي الأعمال الاجتماعية، ويستهدف الآخرين حيث إنه مصمم للحث على إبداء استجابة. فبالإضافة إلى هذا المقياس المتصاعد يوجد التفاعل الاجتماعي والعلاقة الاجتماعية. وختامًا، يمثل السلوك الاجتماعي عملية تواصل. ومن بين هذه السلوكيات الاجتماعية العدائية، والإيثار، والتضحية والخجل. يصف "النشاط الاجتماعي الأحادي" العلاقات الاجتماعية (تفضيل مثل هذه العلاقات) مع نفس الجنس ولكنها (من المفترض) أن تكون ذات طبيعة غير جنسية. يصف "النشاط الاجتماعي الثنائي" العلاقات الاجتماعية (تفضيل مثل هذه العلاقات) مع كل من نفس الجنس والجنس الآخر، كما أنها (من المفترض) تكون ذات طبيعة غير جنسية. السلوك الاجتماعي غير ضروري في الحياة اليومية. فمن الملاحظات الهامة للدارسين ولمتابعين لعالم الحيوان ان العلاقات الاجتماعية وفن التعامل مع الأخرين ليس قاصرا علي البشر فقط بل يشمل الكثير من الأنواع في عالم الحيوان. كذلك يزخر عالم الحيوان بأنماط متعددة من التعاون، تتدرج من هذا النوع البسيط الذي يخلو من أي تفاعل بين الأفراد إلي مستويات عليا من التعاون والرقي والإيثار والتخصص والتفاني في مجتمعات تسودها قواعد صارمة لتوزيع الأعباء وتقاسم المنافع، وتتميز بوجود وسائل فاعلة للتخاطب والتفاهم، وتجدر الإشارة إلى أن التعاون في عالم الحيوان ليس مقصوراً فقط على أفراد النوع الواحد، بل يمكن أن يحدث بين أنواع مختلفة يوفر كل نوع خدمات مهمة للأخر.

التعاون الاجتماعي بين الأنواع المختلفة

من أبرز الأمثلة على ذلك التعاون بين الطائر الإفريقي المعروف بالدُّبسي أو مرشد العسل (honey guide) وبين حيوان البادجر (badger) أو عَنّاق الأرض. والحق أن هذه العلاقة تمثل نوعاً فريداً من التعاون التكاملي، فالدُّبسي لا يأكل العسل بل يتغذى على الشمع فقط وأحياناً على صغار النحل. كما يمكنه رصد

مواقع أعشاش النحل بسهولة، لكنه لا يستطيع دخولها لأن معظم أنواع النحل البري في إفريقيا تبني أعشاشها في تجاويف شبه مغلقة بجذوع الأشجار لا تتسع أبوابها إلا لدخول النحلة الصغيرة. أما عَنّاق الأرض فهو حيوان ثديي يعشق العسل، وله مخالب قوية يمكنه أن يحطم بها قلف الأشجار ويقتحم أعشاش النحل بشرط أن يرشده أحد إلى مكانها. ولهذا فإن الطائر يقوم بالبحث عن أعشاش النحل، وحالما يعثر على أحدها يسارع إلى أقرب عَنّاق فيلفت انتباهه بإشارة صوتية معينة يفهمها الحيوان. وعلى الفور يتحرك عَنّاق الأرض وعيناه على الطائر الذي يتنقل من شجرة إلى شجرة حتى يصل الاثنان إلى المكان المقصود. وعندها يدنو عَنّاق الأرض من العش ويكشف عن غدة معينة بجسمه تبعث في الجو رائحة تنفر النحل وتدفعه إلى الهرب –تماماً مثلما يطلق البشر دخاناً لطرد النحل من أعشاشه – ثم ينقض على العش محطماً جدرانه ويأخذ في التهام العسل بينما ينتظر الدُّبسي في صبر جميل، حتى إذا شبع عَنّاق الأرض من العسل وبانت أقراص الشمع نظيفة بيضاء أقبل عليها الدبسي لينال وجبته، ثم يمضي الصديقان كل في طريق. ولقد درس العلماء هذه الظاهرة واكتشفوا أن سلوك الطائر ليس مجرد فعل غريزي خال من التفكير، وإنما هو فعل ذكي يتسم بكثير من الإبداع ويدل على أن الطائر يعي ما يفعل. فقد وجد مثلاً أن الطائر يلجأ إلى الإنسان إذا تعذر وجود عَنّاق الأرض في المنطقة، فتراه يدنو من أول شخص يلقاه ثم يحاول لفت انتباهه بشتى الطرق!

التعاون ضمن أفراد النوع الواحد

أما أنماط التعاون بين أبناء النوع الواحد فبرغم تنوعها وتعدد أشكالها فإن العلماء يقسمون أهدافها إلى قسمين رئيسين هما الدفاع والحماية و تأمين الحصول على الغذاء والمأوى. بالطبع هناك أهداف أخرى للتعاون، كاللهو والترويح أو رعاية الصغار وتنشئتهم، غير أن مثل هذه الأهداف يعتبرها العلماء أهدافاً ثانوية بالقياس إلى الدفاع وجلب الغذاء. ومن المثلة المتعددة في عالم الحيوان ما يلي:

الحشرات والقشريات: في الحيوانات القشرية والتي تنتمي إلي الحيوانات مفصلية الأرجل عندما يهددها ارتفاع قلوية المياه من حولها تلجأ إلى التجمع والاحتشاد بأعداد وفيرة حيث يمكنها التجمع من تغيير قلوية الماء عن طريق نواتج تنفسها الحامضية. وفي الحشرات مثل صغار ذبابة الفاكهة يندر أن تعيش إذا سلكت دروب الحياة فرادى، ولكن تجمعها يُمَكِّنها من البقاء وتحويل ثمرة واحدة صغيرة إلى بستان يمنح المأوى ويفيض بالغذاء. وفي النمل الأبيض تبلغ مظاهر التعاون ذروتها في بناء المساكن، إذ تشترك الآلاف وربما الملايين في بناء المسكن. وفي تقديري أن النمل الأبيض أيضاً قد سبق البشر إلى ابتكار عمارة الفقراء، تلك التي نادى بها المعماري الرائد حسن فتحي. فالنمل الأبيض يشيِّد منازله من أرخص الخامات وأوفرها في بيئته، ألا وهي حبات التراب. وبرغم ضآلة هذه اللبنات إلا أن بعض منازل النمل الأبيض يصل ارتفاعها إلى ما يوازي ارتفاع طابقين

من مساكن البشر، ويتمتع بصلابة لا تقل كثيراً عن صلابة الخرسانة الإسمنتية. ولا شك أن منزلاً يقطنه ما يتراوح ما بين مئة ألف وعشرة ملايين فرد من النمل لابد أن يكون على هذا القدر من الضخامة والشموخ، كما يجب أن تتوافر فيه وسائلُ محكمة للتهوية، وطرقٌ لتنظيم الحرارة، ومسالك للإخلاء السريع عند الخطر. وكل ذلك أبدع النمل الأبيض في ابتكاره على أحسن ما يكون من فنون العمارة! ولسنا بالطبع بصدد سرد كل مظاهر التعاون في النحل والنمل الأبيض، فالمقام لا يتسع لذلك. لكن الجدير بالذكر أن البحوث التي أجريت على الحشرات الاجتماعية كان لها الفضل الأكبر في صياغة بعض النظريات البيولوجية التي قد تبدو غريبة لغير المتخصص، لكنها تملك من المقومات العلمية ما يجعلها موضع اعتبار من المختصين. إن الفرق الأهم بين الحياة الاجتماعية للحيوانات الراقية كالقردة العليا مثلاً، وبين الحشرات الاجتماعية هو أن القرد يستطيع العيش بمفرده، وإن كان يفضل الحياة الاجتماعية. أما في الحشرات الاجتماعية كالنحل والنمل الأبيض فلا حياة للفرد وحده بأي حال من الأحوال. فشغَّالة النحل برغم أنها تقوم بكل الأعمال الشاقة وغير الشاقة في المستعمرة إلا أنها تعجز عن العيش بمفردها مهما توافر لها من ظروف! إن حتمية العيش الاجتماعي هذه كانت الأساس في صياغة النظرية الشهيرة المعروفة باسم الكائن الفائق (super organism) والتي تقول إن مستعمرة النحل أو النمل الأبيض، أو غيرهما من الحشرات الاجتماعية، هي في الواقع ليست عدداً من الكائنات بل كائناً واحداً فائقاً، وأن ما نعتبره فرداً، كالشغَّالة مثلاً، إنما يناظر الخلية في الإنسان. فكما تعجز خلية الإنسان عن البقاء حية بمعزل عن جسم الإنسان فإن شغَّالة النحل تعجز عن البقاء حية بمعزل عن جسم المستعمرة. ولعل نحل العسل خير نموذج للمجتمعات ذات التعاون المثالي .. ويحتل العالم النمساوي الشهير، كارل فون فريش، رأس قائمة العلماء الأفذاذ الذين اتخذوا من النحل مادة لأبحاثهم. فلقد أنفق ذلك العالم العظيم ما يربو على خمسين عاماً من عمره المديد (٩٦ سنة) في دراسة النحل، ويعد مدرسة بحثية رفيعة المستوى. وفي عام ١٩٧٣م حصل فون فريش على جائزة نوبل تكريماً له عن اكتشاف لغة النحل (bee language).

الأسماك: تنتهج الأسماك سلوكا اجتماعيا إذ تسبح في أسراب وتقوم بنفس الحركة التشتتية حالما تلوح نذر الخطر. اما عن القدرة علي التعلم فقد اكد علماء الأحياء ان اسماك قرش من فصيله "الليمون" تتمتع بخاصيه تعلم مهارات سلوكيه اجتماعيه عن طريق التواصل مع اقرأنها. واستطاع فريق من العلماء إجراء مقارنه لأداء اسماك القرش الصغيرة عديمة الخبرة حال اتصالها باقران لها خضعت للتدريب وأخري لم تخضع للتدريب. وأظهرت نتائج الدراسة ان سلوك اسماك القرش من هذا النوع مع أقرانها المدربة عززت مهارات سلوكيه اتسمت بالسرعة والنجاح. وتعد هذه الدراسة الأولي التي تتناول مجال تعلم السلوك الاجتماعي في بيئة الأسماك الغضروفية. وقال تريستان جوتريدج، مدير محطه "بيميني" لعلوم الأحياء والمشرف علي الدراسة، التي نشرتها دوريه (جورنال اوف انيمال كوجنيشن j of animal donation): "اعتقد ان نتائج الدراسة رائعة."

وأضاف ان النتائج تشير "إلي ان اسماك قرش الليمون الصغيرة بإمكانها تعلم سلوكيات اجتماعيه حال تواصلها مع بعضها."

الطيور: تتميز معظم أنواع الطيور بسلوك اجتماعي يتجلي في العديد من المظاهر منها الحياة الأسرية التي تجمع كل من الذكر والأنثى بالمواليد الجدد والحرص علي تقديم الرعاية والتدريب لهم فمن الذي علم الصغار الطيران أنها الأم أو الأب ومن الذي خاض معهم مراحلهم الأولي في التدريب علي السباحة انهم الأبوين ومن الذي قدم لهم الطعام وهم صغار ومن الذي دافع عنهم انهم الأبوين أو احدهما ولذلك يمكن القول علي الشكل الأسري الاجتماعي تتميز الطيور بحياة اجتماعية. اما عن تحركات الجماعة فقد اشرنا من قبل لموضوع هجرة الطيور وتحركهم في مجموعات ومن المظاهر الاجتماعية أيضا ان الطيور التي تقتات على الأسماك، كالبجع مثلاً، تسبح على سطح الماء في مجموعة على هيئة صف واحد، ثم بعد ذلك ينثني الصف ليكون قوساً، ثم لا يلبث القوس أن ينغلق مكوناً دائرة حول الأسماك التي تشعر حينئذ بأنها محاصرة، فتقع بسهولة بين فكوك البجع. ولا يقتصر التعاون على لحظة الافتراس وحدها، وإنما في كثير من الحالات يقوم المفترس بجلب الطعام إلى أبناء عشيرته من الصغار وممن يعجزون عن القنص.

الثدييات: في حالة غزلان المسك التي تقطن القطب الشمالي تتجمع الذكور القوية في شكل دائرة محكمة حول الصغار والإناث كلما أحدق الخطر. وتتراص الحيوانات كتفاً إلى كتف موجهة قرونها الغليظة صوب الخارج في تأهب يكفي لإقناع المفترس بتغيير وجهته. وفي خنازير البحر (porpoises) والتي تشبه الدلافين يقوم الذكور بتطويق الأنثى التي يأتيها المخاض وتبدأ في وضع مولودها، ويستمر ذلك التطويق حتى تمام الولادة، وذلك لحماية الأم ووليدها من أسماك القرش التي قد تجذبها رائحة الدم. ومعروف عن هذه الحيوانات أيضاً أنه إذا تعرض أحدها لجرح أو مرض فإن الأصحاء يتطوعون بحمله إلى سطح الماء لتمكينه من التنفس. وفي حيوان النمس المعروف باسم ميركات (meerkat) تتم حراسة القطيع بالتناوب، فأحد الأفراد يتخذ له مكاناً عالياً أشبه ببرج مراقبة. ومن هناك يسهر على حراسة أبناء عشيرته بينما هم يتناولون طعامهم أو يغطون في نوم عميق، حتى إذا انتهت نوبته قام فرد آخر ليحل محله! ولا يزال العلماء بصدد دراسة القواعد التي تحكم طول نوبة الحراسة ومعايير اختيار الحراس، وكيفية تفادي الصدام أو المشاحنة عند توزيع مثل هذه المهام. وفي عالم الأفيال تشكِّل إناث الفيلة وصغار السن منها مجموعات مترابطة، ويكفل هذا التجمع حماية ومهابة لتلك الحيوانات التي لا تنقصها الضخامة. وفي هذه المجتمعات يحظى الصغار بالتغذية والرعاية اللازمتين من جانب الأمهات وغير الأمهات على السواء، كما يعرف الصغار للكبار مكانتهم، فحين يموت أحد الأفراد مثلاً تجد القطيع، وقد أخذه الحزن، يقوم بدفنه تحت أفرع الشجر، ولا يبرح القطيع المكان قبل التأكد من حماية الفيل الميت من الطيور الجارحة حتى يحل الظلام. أما في القردة العليا والتي تضم الشمبانزي والغوريلا وغيرهما

فتعيش في مجتمعات أكثر إحكاماً، يعرف فيها الفرد أشقاءه وأبناء عمومته وأقرباءه بمختلف درجاتهم، بل يعرف جميع الأفراد الآخرين بشكل شخصي، وتنتشر الصداقات والتحالفات، ويتفاهم الجميع بلغة يقدر العلماء حجم مفرداتها اللغوية بأنها تكفي لتناقل بضعة آلاف من الرسائل ذات المضامين المختلفة. وبرغم عدم خلو تلك المجتمعات من خصال سيئة كالغش والخداع والخيانة أحياناً، إلا أن التعاون على تنشئة الصغار هو السمة الأبرز، كما يشيع الإحساس بالمسؤولية تجاه العشيرة ويبادر كل من يلمح خطراً إلى تحذير الجميع منه. وفي القردة العادية مثل البابون baboon والمكاك macaque تلعب قرابة الدم دوراً أساساً في تحديد العلاقات، فترى الخدمات تؤدى للأقارب باستعداد أكبر. وفي دراسة حديثة نسبياً على أحد أنواع هذه القردة في شرق إفريقيا، تبين أن في لغتها أربعة نداءات صوتية مختلفة هي أساس الحماية من الأخطار إذ تستخدم في التنبيه والتحذير. فهناك نداء يستخدم للتحذير من الطيور المفترسة كالصقر والعقاب، وتستجيب له القردة بالنظر إلى أعلى وبمحاولة الاختباء أسفل الأشجار أو الشجيرات الكثيفة، وإذا كان أحدها فوق شجرة وقت سماع هذا التحذير فإنه ينزل على الفور. وهناك نداء يستخدم للتحذير من المفترسات الأرضية كالفهد مثلاً، وحال سماعه تستجيب القردة على العكس من التصرف السابق تماماً. إذ يسارع كل منها للصعود إلى أقرب شجرة. وهناك نداء ثالث للتحذير من الثعابين، وعند سماعه تتسمر أفراد القطيع في أماكنها ويحدق كل منها في العشب مع اتخاذ وضع من يستعد للضرب بقبضته على الأرض. وأما النداء الرابع فهو على ما يبدو مخصص للتحذير من البشر، إذ تستجيب له القردة غالباً بإطلاق سيقانها للريح. وللتأكد قام العلماء بتسجيل هذه النداءات الأربعة ثم إعادة إذاعتها لاحقاً عبر أبواق صغيرة خبئت وسط العشب، وكانت استجابة القردة دائماً تشير إلى فهم القردة لفحوى هذه النداءات مهما تغيرت الظروف.

أما تعاون الحيوان من أجل جلب وتأمين الغذاء، فمن أبرز مظاهره أن يتعاون أكثر من فرد للانقضاض على الفريسة. وقد لا يعرف معظمنا أن كثيراً من الحيوانات المشهورة بكفاءتها في الافتراس، كالأسد والذئب والضبع وابن آوى، لا تقدم على الصيد فرادى، وإنما تتجمع وتنسق الجهود في حملات جماعية تيسر الإيقاع بالفريسة.. ولقد درس فريق من العلماء بجامعة كاليفورنيا حالة شهيرة من حالات اقتسام الغذاء في الخفاش المعروف باسم الخفاش السفاح (bat vampire) والذي يتغذى على دماء الحيوانات البرية. وبرغم ما يحمله ذلك الاسم من شراسة، فإن تلك الخفافيش تعيش فيما بينها حياة اجتماعية يسودها كثير من الود والتكافل. فالخفاش الذي يعود بعد وجبة دسمة يقوم بتقاسم وجبته مع غيره ممن لم يوفقوا في العثور على ضالتهم. ويتم تقاسم الغذاء بنقله من فم إلى فم. ولقد تبين من الملاحظة الدقيقة لسلوك هذه الخفافيش والتي استغرقت نحو عشر سنوات أن الخفافيش يعرف بعضها بعضاً وأن الفرد الذي يضن اليوم بغذائه على الجياع سرعان ما يفقد تعاطف المجموعة، ويتم حرمانه من الغذاء في المرات القادمة ولقد وفرت دراسة هذه الظاهرة دعماً لنظرية

شهيرة في علم سلوك الحيوان عرفت بنظرية الإيثار المتبادل (reciprocal altruism)، والتي تقول إن الحيوان يمكن أن يؤثر رفاقه على نفسه، ولكن بحساب. فالإيثار لا يوجَّه إلا لمن يستحقه. ولا أعتقد أننا نبالغ إذا قلنا إن هذه الخفافيش المتواضعة تعتبر بسلوكها هذا أسبق من البشر إلى إرساء نظام محكم للضمان الاجتماعي، ففيها يتنازل الفرد –لطالما كان موفقاً ومنتجاً عن بعض جهده للمجتمع، وذلك في مقابل إعالته من جانب نفس المجتمع عندما تقعده الظروف عن السعي والإنتاج.

قائمة المراجع

١–Animal Behaviour – Journal – Elsevier www.journals.elsevier.com/animal–behaviour

٢-Ethology - Wikipedia, the free encyclopedia https://en.wikipedia.org/wiki/Ethology

٣-Applied Animal Behaviour Science www.appliedanimalbehaviour.com

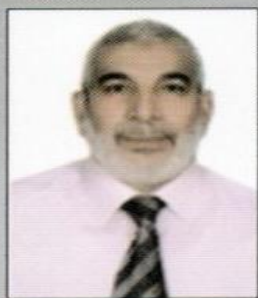


منصور بن عطية عودة الحازمي

بكالوريوس علوم الأحياء من جامعة الملك عبدالعزيز ١٩٨١م- دكتوراه - في السلوك الفسيولوجي- علوم الأحياء، سوانزي، جامعة ويلز، بالمملكة المتحدة (بريطانيا) ١٩٨٧م - أستاذ مساعد بقسم علوم الأحياء ١٩٨٧- أستاذ مشارك بقسم علوم الأحياء ١٩٨٧-أستاذ السلوك الفسيولوجي بقسم علوم الأحياء ٢٠٠٢- وكيل لعمادة شئون الطلاب للإسكان والتغذية، ١٩٩٣ - نائب للمشرف العام لإدارة البحث العلمي٢٠٠٢- وكيل لمعهد البحوث والاستشارات للبحوث،٢٠٠٥- عميد لكلية العلوم والآداب بخليص فرع جامعة الملك عبدالعزيز٢٠٠٩- عميد لكليات (كلية العلوم والآداب وكلية الحاسبات وتقنية المعلومات و كلية - الأعمال) بخليص فرع جامعة الملك عبدالعزيز ٢٠١٢. عميد لكليات (كلية العلوم والآداب وكلية الحاسبات وتقنية المعلومات و كلية الأعمال) بخليص فرع جامعة جدة ٢٠١٥

عضو مجلس إدارة الجمعية السعودية لعلوم الحياة

شارك في العديد من اللجان العلمية والإدارية بداخل الجامعة وخارجاها- صدر له ١٠ كتب في مجال التخصص والمجالات الأخري- له أكثر من ٦٠ بحث علمي منشور في المجلات العلمية والمؤتمرات العلمية - حضر أكثر من ٥٠ مؤتمر علمي ٤٠ دورة ولقاء علمي وورشة عمل - اشرف على عدد من رسائل الماجستير والدكتوراه



ولد سعادة الدكتور سيد محمد راوي عبد الله بمحافظة سوهاج- جمهورية مصر العربية في عام ١٩٥٢ ميلادية حصل علي بكالوريوس علم الحيوان من جامعة القاهرة في عام ١٩٧٥ ثم عين معيدا بنفس الجامعة وحصل علي ماجستير فسيولوجيا الجهاز العصبي من جامعة القاهرة عام ١٩٨٠ وفي عام ١٩٨٤ منح درجة الدكتورة في الفاعلية السمية للمبيدات العصبية وتأثيرها علي مستويات الرسل العصبية من جامعة القاهرة ثم ترقي في الكوادر العلمية بحيث اصبح أستاذ مشارك عام ١٩٩٠ ثم رقي لدرجة أستاذ بنفس الجامعة عام ١٩٩٥ وقد اشرف علي العديد من الرسائل العلمية للماجستير والدكتورة للعديد من الطلاب في العديد من الجامعات والمراكز العلمية والتي وصل عددها حوالي ١٠٠ رسالة علمية كما قدم للمجلات العلمية العديد من الأبحاث العلمية والتي يربو عددها إلي ١٥٠ بحثا علميا تم نشرها في المجلات العلمية المعتمدة ذات معدل التأثير ثم اصبح عضو للجنة العلمية الدائمة لترقية الأساتذة والأساتذة المساعدين بجمهورية مصر العربية وعضو في العديد من اللجان العلمية ومحكما معتمدا للعديد من المجلات العلمية والتي تهتم بالسموم العصبية واثرها علي الجهاز العصبي كما الف وترجم العديد من الكتب العلمية . وحضر اكثر من ٥٠ دورة ولقاء علمي

ردمك : ٩٩٦٠ - ٠٦ - ٨٥٢ - ٨

مطابع جامعة الملك عبدالعزيز